



RAPPORT DE MISSION A MADAGASCAR DU 28 MARS AU 9 AVRIL 2009

- Suivi-Evaluation de l'opération diffusion des systèmes de culture sur couverture végétale permanente SCV.
- Recommandations au développement et à la recherche en appui au GSDM et aux projets BV-Lac et BV-PI SE/HP.



Lucien Séguy

Membres du GSDM : TAFE, FOFIFA/SCRID, ANAE, FIFAMANOR, FAFIALA,
BRL Madagascar, SD-Mad, VSF-CICDA, INTER AIDE et VERAMA.

SOMMAIRE

Préambule	1
Termes de référence	2
Fiche de présence	5
Résumé – Principales actions proposées	7
 I – Les points saillants (Tour de plaine)	 11
1.1. – Sur l'évolution des surfaces pratiquées en SCV	11
1.2. – Sur les méthodes de vulgarisation	11
1.3. – Sur la qualité des réalisations SCV	12
1.4. – Sur les recherches d'accompagnement, en bref (TAFA, FOFIFA, UPR SCRID)	13
1.5. – Les points faibles, ou perfectibles	35
 II – Rappel de règles de base fondamentales pour la construction- adaptation et le fonctionnement (<i>pluri-services écosystémiques</i>) de SCV performants	 37
 III – Propositions et recommandations au développement et à la recherche pour perfectionner les SCV et amplifier leur diffusion	 47
3.1. – Actions riz en grande culture	47
3.1.1. – Tri variétal – Altitude ≤ 1000 m	48
3.1.2. – Tri variétal – Altitude ≥ 1500 m (<i>Hauts Plateaux</i>)	48
3.2. – Nature des systèmes SCV sur légumineuses régénératrices puissantes → Diversifier les biomasses de légumineuses	49
3.3 – Nature des systèmes SCV sur les Hauts Plateaux (<i>Vakinankaratra</i>) → 2 entrées possibles : écobuage + forte fumure minérale et nouveaux systèmes SCV	50
3.4. – Améliorer la gestion des puissantes biomasses → faisabilité technique : économiser de la main d'œuvre	52
3.4.1. – Les SCV sur <i>Stylo</i> . de 2 ans (<i>Lac Alaotra, Moyen Ouest, basses altitudes</i>)	52
3.4.2 – <i>Arachis pintoï</i> , « <i>Arachis repens</i> », « <i>Cassia rotundifolia</i> » <i>Centrosema pascuorum</i>	61
3.4.3. – Ne pas surexploiter les ressources fourragères (<i>tous opérateurs</i>)	67
3.4.4. – Mieux gérer les pailles de riz en Tanety dans les SCV (<i>tous opérateurs</i>)	68
3.5. – Mieux gérer les intrants en culture mécanisée sur les Baibohos (<i>sols à très fortes Potentialités</i>) SD MAD	68
3.6. – Mieux exploiter le potentiel sécurisé des rizières avec maîtrise de l'eau → SCV diversifiés, ratooning, système Fukuoka (<i>Lac, Moyen Ouest, Hauts Plateaux</i>)	69
3.7. – Mieux exploiter aussi l'énorme potentiel des RMME → Lac Alaotra	70
3.8. – Créer des filières de production Bio → Riz + maraîchers (<i>Lac, Moyen Ouest</i>)	70
3.9. – ...et aussi, sans oublier → Renforcer le potentiel de production de biomasse sur sols ferrallitiques dégradés des Tanety	71
 IV – Conclusions	 74
Annexes	76

PRÉAMBULE

Cette mission de 10 jours a été beaucoup plus courte que prévu. Réalisée au pas de charge essentiellement dans les régions du Lac Alaotra, des Hauts Plateaux (*Antsirabé, Bétafo et Ibity*), et le Moyen Ouest (*Ivory*), elle réunit de manière très synthétique, successivement :

- Les points saillants (*Highlights*) issus du rapide « tour de plaine » réalisé sur les actions entreprises chez les divers opérateurs de la diffusion SCV, et par la recherche d'accompagnement.
- Des propositions et recommandations adressées au développement et à la recherche pour assurer la progression technique, socio-économique et scientifique des SCV dans les différentes régions (*appui à la programmation des projets BV-Lac, BVPI SE/HP et aux organismes du GSDM*).

Que soient ici, très chaleureusement remerciés tous les représentants des diverses institutions qui ont participé et contribué à l'excellent déroulement de cette mission : le GSDM, avec mention spéciale à MM. Rakotondramanana et Frank Enjalric pour leur efficacité et leur dévouement exemplaire, les ONG opérateurs : TAFA, SDMAD, le consortium AVSF-ANAE, FAFIALA, la recherche d'accompagnement FOFIFA et UPR-SCRID, les chefs de projets régionaux : MM. Philippe Grandjean sur BV-Lac et Eric Denis sur BV-PI SE/HP.

() La rédaction sera faite sous forme très synthétique, en style télégraphique pour que le lecteur puisse bénéficier d'une lecture à la fois d'ensemble et détaillée, rapide, et la plus efficace possible.*

Termes de référence

Mission de Lucien Séguy Madagascar 29 mars au 9 avril 2009

Modifications de programme consécutives à la crise politique à Madagascar

Evaluation des actions et aide à la programmation du GSDM et des projets BV-Lac et BV-PI SE/HP

La mission rentre dans le cadre des liens institutionnels entre le GSDM et les projets sur financement AFD (BV Lac et BVPI SEHP) et les projets en co-financement intégrant le programme national d'Agroécologie.

L'objectif principal de la mission est d'apporter un appui aux projets BV-Lac et BVPI SE/HP et aux organismes du GSDM pour la programmation des activités futures avec une évaluation des travaux engagés.

La mission portera en priorité sur :

- les opérations de diffusion engagées avec les projets BV- LAC Alaotra, BVPI SE/HP et le GSDM avec l'évaluation des réalisations en termes de pertinence des systèmes proposés, d'évolution des surfaces, de cohérence en terme de développement. La mission apportera en particulier une aide à la programmation des projets.
- la réflexion et l'élaboration d'expérimentations susceptibles de répondre aux besoins exprimés par les opérateurs notamment sur les hauts plateaux en termes de biomasse.

La mission aura également à évaluer et conseiller :

- le dispositif de recherche d'accompagnement (FOFIFA-URP/SCRID) : évaluation des actions engagées, propositions d'orientation...
- le dispositif d'appui technique conduit par TAFE dans les zones du projet agro-écologie : qualité des réalisations et des systèmes mis en place, pertinence géographique des sites d'essai, systèmes à développer... en insistant sur les potentialités d'amélioration.
- Les différentes opérations de sélection de riz pluvial

La mission aura également un aspect formation :

- ce transfert de connaissances et formation sera abordé par des séances de travail destinées aux équipes techniques régionales à l'issue des visites de terrain. Ces séances pourront aboutir à l'évaluation des besoins en termes de formation à mettre en perspective avec les compétences disponibles et les supports actuels comme les fiches techniques et le manuel pratique du semis direct à Madagascar.

Mission Lucien SEGUY 29 mars au 9 avril 2009

Conditions de réalisation

Afin de rationaliser les déplacements et les visites et valoriser au mieux cette mission, il est proposé d'organiser cette mission sous forme de visites / ateliers de terrain au cours desquels seraient présentés les enjeux, les résultats, les problèmes de la zone et illustrés sur un site choisi. Cette approche thématique devrait favoriser la réponse aux termes de références, et permettre la présentation des réalisations et des problèmes à résoudre, par atelier sur le terrain. Il s'agit de réduire les déplacements, de présenter les réalisations et illustrer les actions.

Cela permettra de limiter les sites visités, et donc les déplacements, pour se concentrer sur l'essentiel et les besoins exprimés par les opérateurs. Seul un groupe restreint se déplace sur des sites sur lesquels attendront les responsables des antennes des différents organismes travaillant dans la zone, les techniciens concernés par les visites du site et le groupe accompagnant la mission venant d'en dehors de la zone (responsables nationaux des organismes ou projets de développement). Il est en effet préférable de discuter plus longuement sur une parcelle (d'un thème ou des réalisations d'un organisme) que d'essayer d'en voir un grand nombre.

Suite aux événements liés à la crise politique et à la levée tardive des consignes de sécurité du Mae et du Cirad, la mission est raccourcie avec la suppression des visites de terrain du Sud Est.

A l'issue de chaque zone (Lac Alaotra, HP et MO) une séance en salle est envisagée pour un débriefing en temps réel à l'intention des équipes de terrain. Chaque organisme s'organisera pour faire participer ses cadres et techniciens à ses séances ouvertes.

Les objectifs sont de : i) valoriser au mieux la mission de Lucien Séguy, ii) favoriser le transfert de connaissances, iii) éviter de perdre trop de temps en déplacement avec des cortèges interminables de voitures iv) éviter les assemblées trop importantes où la communication est de fait limitée.

Vu la période tardive de la mission avec en parallèle un démarrage relativement tôt de la saison des pluies dans presque toutes les zones, il est entendu que des placettes illustratives des productions et des biomasses résiduelles seront conservées dans la mesure du possible sur les sites visités, et on s'oriente sur la séquence de visites suivante :

Lac Alaotra → Hauts plateaux

La finalisation du programme détaillé et du timing des visites sera précisée pour chaque zone en concertation avec les différents partenaires. Soit 20 jours de mission sur place.

Pour mémoire, les sujets potentiels d'atelier :

- sur Lac Alaotra :
 - Systèmes mécanisés et grandes exploitations
 - Changement d'échelle et intégration riz pluvial
- sur HP :
 - SCV altitude (> 1 700 m) avec et sans plante fourragère – intégration élevage.
 - RMME / Contre Saison
 - Variétés riz altitude (pluvial, RMME, irrigué) et pyriculariose
- sur MO
 - Mandoto : visite parcelles, sites SCRID et TAFA

Mission Lucien SEGUY**Proposition de programme révisé
29 mars au 8 avril 2009**

**Des adaptations seront réalisées en fonction
des contraintes de reportage et visites terrain.**

Sam 28/03	Arrivée 14h45 AF 908	Nuit à Tana
Dim 29/03	Départ Tana 07h00 pour Ambatodrazaka ; Accueil et début visite des collections	Ambato
Lundi 30/03	Briefing cellule projet BV Lac. Visites grandes exploitations SD Mad	Ambato
Mardi 31/03	Journée TV5 – Sites BRL NE du Lac	Ambato
Mer 01/04	Rive Est, réalisations BRL + sites TAFA / suite collections	Ambato
Jeudi 02/04	Rive Ouest réalisations ANAE + AVSF	Ambato
Vend 03/04	Suite collections Riz / parcelles recherches Scrid et TAFA Séance de travail en salle / Débriefing	Ambato

Sam 04/04	Matin : séance de travail si nécessaire Matin ou après midi : déplacement Ambatodrazaka – Tana	Tana
Dim 05/04	Matin : déplacement Tana – Antsirabe Après midi : Site de la ferme, collection riz TAFA / Matrice Scrid	Antsirabe
Lundi 06/04	Moyen Ouest Ivory ; parcelles (Fafiala) ; collections riz (TAFA + SCRID) ; Sites TAFA	Antsirabe
Mardi 07/04	Antsirabe : SCV Altitude +/- plantes fourragères (Lieux à définir par BVPI) A-M : Débriefing Antsirabe	Antsirabe
Mer 08/04	Déplacement Antsirabe – Antananarivo A-M : Débriefing Tana, GSDM + partenaires	
Jeudi 09/04	Départ retour AF 905, 01h30	

FICHE DE PRESENCE
Restitution " Mission SEGUY 2009"
FOFIFA Ampandrianomby, le 08 Avril 2009

N°	Nom et prénoms	Entité/fonction	Adresse	Téléphone
01	DOMAS Raphael	ATE BVLac/BRL	Antsahatanteraka Ambatondrazaka	033 02 353 00 032 43 392 95
02	RANDRIMANANTENA Joël	Agronome BRL	Ambatosoratra Ambatondrazaka	032 04 674 83 034 09 013 21
03	RAMAHANDRY Fidiniaina	Agronome FOFIFA/SCRID	SRR FOFIFA ANTSIRABE	0324467821
04	HUOT Priscile	Stagiaire CIRAD	SRR FOFIFA ANTSIRABE	034 16 657 53
05	SESTER Mathilde	Epidemiologiste SCRID	SRR FOFIFA ANTSIRABE	032 052 35 15
06	DOUZET Jean Marie	CIRAD/SCRID	BP :230 Antsirabe	032 05 235 14
07	RAZAFINDRAIBE Irène	Resposable UC FOFIFA	FOFIFA	034 04 944 27
08	Rivonjaka RANDRIAMAMISOA	Resp-projet FOFIFA	FOFIFA	033 11 200 23
09	ANDRIANASOLO Harison	FOFIFA Chercheur	Direction Générale FOFIFA	034 15 197 42
10	MICHELLON Roger	CIRAD/TAFA	BP :310 ANTSIRABE	44 481 25
11	RAZANAMPARANY Celest	TAFA	ANTSIRABE	44 996 30
12	RAVELOARIJAONA Nonat	FAFIALA Directeur Régional	ANTSIRABE	032 02 588 73
13	RAZAFINDRAMANGA Minoniaina	TAFA Directeur Exécutif	ANTSIRABE	03311 585 93
14	RAZAKAFONIAINA Mino	RT/ANAE	TANA	22 68036
15	RAKOTONDRAHAMBO Andriantahiana	PCA/GSDM	TANA	22 68036
16	RASOLOMANJAKA Joachin	Ingenieur BVLAC/GSDM	Ambatondrazaka	032 04 593 50
17	Krishna NAUDIN	CIRAD/SCRID	TANA	032 07 235 17
18	GRAND JEAN Philippe	CIRAD /BVLAC	Ambatondrazaka	033 11 579 64 032 02 033 4
19	Sidonie HANSEN	Mémento	TANA	033 07 825 85
20	RAKOTOARISOA Jacqueline	FOFIFA/SCRID Chercheur	TANA	032 04 753 49
21	RAMILISON Lucille	FOFIFA DAF	Ampandrianomby Antananarivo	033 11 017 44
22	RAZAFINDRAKOTO Charlotte	FOFIFA/SCRID Chercheur	TANA et AMBATO	032 44 812 62
23	RABEHARISOA Lilia	LRI/ESSA	LRI Antananarivo	033 11 310 94
24	PETIT JEAN Nicolas	BRL DG	BP :87 TANA	0320725014
25	JULIEN François	MFMPARU		033 133 44 3550

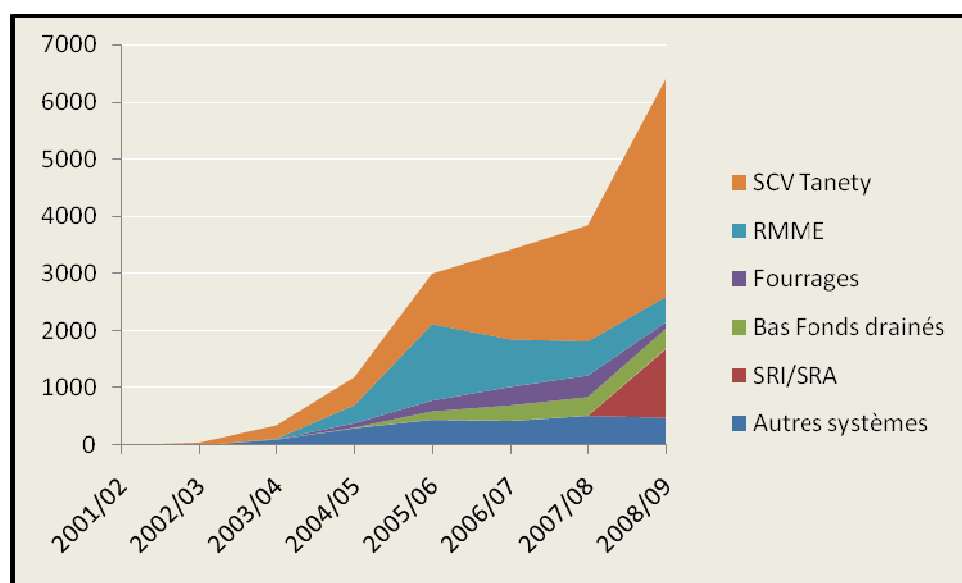
26	RAZAFINJARA Lala	FOFIFA/DG	Direction Gle FOFIFA	033 11 555 75
27	UDIN Emeline	AFD Tana	oudine@groupe-afd.fr	22 200 46
28	CHABAUD Claude	SD MAD	androhibe	032 07 124 58
29	RAKOTONDRAMANANA	GSDM	gsdm@moov.mg	032 07 129 96
30	ENJALRIC Frank	CIRAD	frank.enjalric@cirad.fr	261 2 02 24 06 23

Résumé – Principales actions proposées¹ dans le cadre des projets BV-Lac et BV-PI

Nature	Milieu et opérateurs	Lieu
. Riz grande culture mécanisée – (SD MAD) Evaluation variétale + multiplication semences	. Baibohos (<i>SD MAD</i>) . RMME, Tanety	Lac Alaotra Côte Est
. Tri variétal , cc, cm -altitude ≤ 1000 m	. irrigué (<i>William</i>) . Baibohos (<i>TAFA – William – FOFIFA</i>) . Tanety (<i>TAFA – William</i>) . RMME (<i>TAFA – William</i>)	. Lac Alaotra . Moyen Ouest . Cote Est
Tri variétal -altitude ≥ 1500 m	. RMME (<i>TAFA – FOFIFA</i>) . Tanety (<i>TAFA – FOFIFA</i>) . Rizière (<i>TAFA</i>)	. Ibity – ferme Antsirabé . Ferme Antsirabé . Betafo
Nature SCV 1) Alternatives au Stylo ≤ 1000 m 2) Les entrées SCV Hauts Plateaux ≥ 1500m	. Tanety (<i>BRL + TAFA</i>) . Baibohos (<i>TAFA</i>) . Tanety (<i>TAFA – SD MAD</i>)	. Lac Alaotra . Moyen Ouest . Terroirs Betafo, Antsirabé
. Gestion puissantes biomasses - - Agriculture – élevage - <i>Stylo</i> . 2 ans - <i>Arachis</i> - Associations Riz cc + biomasses fourragères	. Tanety (<i>TAFA</i>) . Baibohos (<i>TAFA</i>)	. Lac Alaotra . Moyen Ouest . (Côte Est)
. Baisser coûts de production en régie mécanisée	. Tanety . Baibohos . RMME } (<i>SD MAD – TAFA</i>)	. Lac Alaotra . Moyen Ouest
. Intensifier productivité des rizières (ratooning, Fukuoka) 1) ≤ 1000 m 2) ≥ 1500 m Et des RMME	Sols hydromorphes (<i>TAFA, SD MAD</i>) Sols hydromorphes (<i>TAFA, Fukuoka, SD MAD</i>) Sols hydromorphes (<i>TAFA, BRL, SD MAD</i>)	. Lac Alaotra . Rizières Betafo, Antsirabé . Lac Alaotra
. Filière de production bio Riz [aromatiques m [araîchers	. Baibohos (<i>TAFA, BRL, SD MAD</i>) . Tanety (<i>TAFA</i>)	Lac Alaotra Moyen Ouest
. Renforcer production fourragère → Intégration agriculture-élevage en SCV	. Tanety (<i>TAFA, BRL, SD MAD</i>).	Lac Alaotra Moyen Ouest

¹ Les propositions d'actions relatives au Lac Alaotra et Moyen Ouest peuvent également s'appliquer à la région de Soavina (*homologie des conditions pédo-climatiques*).

Fig. 1 : Evolution des surfaces (ha) par systèmes de Cultures

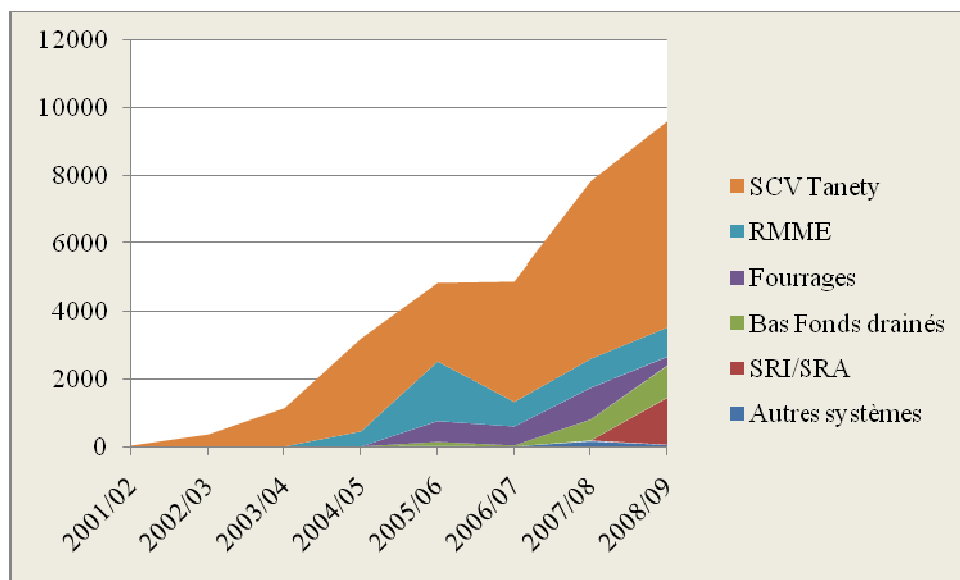


Saisons	Autres systèmes	SRI/SRA (*)	Bas Fonds drainés	Fourrages	RMME	SCV Tanety	Total (ha)
2001/02						5	5
2002/03						49	49
2003/04	100	2		4	10	233	348
2004/05	300	9		76	315	488	1187
2005/06	448	143		189	1333	883	2996
2006/07	427	269		323	831	1562	3411
2007/08	516	323		377	595	2029	3840
2008/09	484	1199	345	113	446	3804	6391

SRI/SRA (*) : ce système était inclus dans « autres systèmes » dans les années antérieures : comme les surfaces ont beaucoup augmenté en 2008/2009, il est apparu nécessaire de le distinguer.

"Extrait du rapport de M. Rakotondramanana, Directeur du GSDM - premier trimestre 2009"

Fig. 2 : Evolution des nombres de paysans par systèmes de Cultures



Saisons	Autres systèmes	SRI/SRA	Bas Fonds drainés	Fourrages	RMME	SCV tanety	Total général
2001/02						29	29
2002/03						359	359
2003/04	1					1 133	1 134
2004/05	1	1			447	2 752	3 201
2005/06	20		120	615	1 765	2 330	4 850
2006/07	1	32		562	724	3 565	4 884
2007/08	182	625		934	858	5 229	7 828
2008/09	56	1 415	945	278	865	6 010	9 569

"Extrait du rapport de M. Rakotondramanana, Directeur du GSDM - premier trimestre 2009"

Tableau 1 : Surfaces des systèmes de culture par zone en 2008/2009

Type de Systèmes	Autres zones	Hauts Plateaux	Itasy L	ac Alaotra	Moyen Ouest	Sud-Est Sud	d-Ouest T	otal général (ha)
Autres systèmes	436	0		48	0	0		484
Bas Fonds drainés						345		345
Fourrages		1	15	97		0	0	113
RMME		32	9	349	33	9	15	446
SCV Tanety	63	558	105	994	1356	660	67	3804
SRI/SRA		201	1	835	25	51	86	1199
Total général	499	793	130	2323	1414	1065	168	6391

Tableau 2 : Nombre de paysans par système de cultures par zone en 2008/2009

Type de systèmes	Autres zones	Hauts Plateaux	Itasy L	ac Alaotra	Moyen Ouest	Sud-Est S	ud-Ouest To	tal général
Autres systèmes	1	0		55	0	0	0	56
Bas Fonds drainés						945		945
Fourrages		7	28	243		0	0	278
RMME		206	17	454	96	62	30	865
SCV Tanety	210	1 274	198	1 443	965	1 865	55	6 010
SRI/SRA		571	3	296	22	373	150	1 415
Total général	211	2 058	246	2 491	1 083	3 245	235	9 569

Tableau 3 : Surfaces des systèmes SCV par zones par saison

Saison	Au tres zones	Hauts Plateaux	Itasy L	ac Alaotra	Moyen Ouest	Sud-Est Sud	-Ouest	Total (ha)
2001/02					5			5
2002/03					49			49
2003/04	100	45	0	124	0	49 30		348
2004/05	300 99		0	570 10		128	81	1 187
2005/06	434	106	0	1 843	48	504	62	2 996
2006/07	440	282	46	1 401	248	849	145	3 411
2007/08	470	309	80	1 447	659	679	197	3 840
2008/09	499	793	130	2 323	1 414	1 065	*168	6 391

* Cessation activités HASIMA

"Extrait du rapport de M. Rakotondramanana, Directeur du GSDM - premier trimestre 2009"

I – LES POINTS SAILLANTS (*Tour de plaine*)

1.1– Sur l'évolution des surfaces pratiquées en SCV

- En augmentation malgré conjoncture politico-économique difficile :
 - Total 2009 d'environ 6000ha contre 4200ha en 2008, soit 40 % d'augmentation (cf. fig. 1-2 – tableaux 1-2, extrait rapport M.Rakotondramanana).
 - BRL et FAFIALA doublent leurs surfaces cette année (+de 1100 ha/opérateur).
- Le succès des opérateurs BRL et FAFIALA est dû, simultanément à :
 - Simplification du nombre de SCV, choix judicieux des SCV et messages techniques en fonction de la diversité pédo-climatique socio-économique et culturelle.
Ex. → SCV maïs + légumineuses volubiles (*vignas, dolique*) en rotation avec riz l'année suivante sur Tanety (*Lac, Moyen Ouest*).

→ Riz/maïs sur *Stylosanthes* ou riz continu sur *Stylo.* sur Tanety (*Lac, Moyen Ouest*).

→ Les successions annuelles riz + dolique, riz + vesce, riz + (*haricot + vesce*), riz + maraîchers sur Baibohos et RMME du Lac Alaotra.
 - **Personnel d'encadrement** compétent, conduit par des **leaders compétents**, forte dynamique et équipes soudées, en croissance.
 - **Capacité à pérenniser les SCV** sur un temps suffisant nécessaire pour convaincre les agriculteurs (*5 ans*).
 - **Pérennité des financements** des projets et chefs de projets pour assurer la continuité dans l'action.

1.2– Sur les méthodes de vulgarisation

- **Efficacité de l'approche : exploitation agricole + aménagement des terroirs et unités de paysage** (BRL, Fafiala, AVSF-ANAE).
- « **Habillage** » SCV des stratégies paysannes (BRL au Lac, FAFIALA Moyen Ouest).
- **Premier développement réussi des SCV chez les grands exploitants** en agriculture mécanisée (*encadrée par SD MAD*) ; ces grandes exploitations peuvent être des vecteurs efficaces pour la diffusion des SCV (*vitrines de performances SCV, des intrants ; appui à l'accès aux intrants, la commercialisation des productions, au*

conseil technique, au développement de la petite mécanisation, auprès des petites agricultures familiales, etc...).

1.3– Sur la qualité des réalisations SCV

• Excellent niveau de maîtrise des SCV au Lac Alaotra et dans le Moyen Ouest :

- **Banalisation** des rendements élevés de riz en SCV sur Baibohos, RMME = 4 à plus de 6-7 t/ha avec minimums d'intrants chimiques ; ces rendements > à ceux des rizières avec maîtrise de l'eau, au Lac.
- Rendements riz > 3 t/ha dans le Moyen Ouest dans SCV basée *Stylo*. et niveau intrants proche de zéro.
- Rendements maïs entre 3 et 4,5 t/ha au Lac et Moyen Ouest dans SCV basée *Stylo*. et SCV maïs + légumineuses volubiles/riz pluvial, avec mini-intrants.

• Excellente maîtrise technique SCV également chez les grands exploitants au Lac (SD MAD) :

- Productivité riz SCV (SBT 239, 68, 69, 70) \approx 4-5 t/ha en régimes mécanisée dans succession annuelle riz + vesce, dolique.
- Productivité maïs « Maïlaka » > 5-6 t/ha avec mini-intrants.
- Sur sols sableux des Baibohos → Production de très forte biomasse (*séquestrer C, efficacité eau*) > 20 t/ha M.S sur association sorgho (204, 202, 203) + *Brachiaria ruzi*.

• Des performances exceptionnelles et en progression, du matériel végétal :

- **Plus de 150 nouvelles variétés de riz poly-aptitudes** (dont plus de 90 à cycle court), expriment un très fort potentiel aussi bien en conditions pluviales qu'irriguées, pour les altitudes ≤ 1000 m. (*développement du matériel : L. Séguy et al. + SD MAD + Andri-ko*) ; les meilleures nouvelles variétés « Fils de B22 » par exemple, à longue paille, montrent des rendements \approx 5-7 t/ha, sont résistantes à la verse, à la sécheresse (*non sénéscentes*), à la pyriculariose et pour certaines sont pourvues d'une très belle qualité de grain, long fin, type Ali Combo.

Les cultivars SBT 63, 67 pourraient permettre un 2^{ème} cycle riz en saison sèche et froide et la riziculture de décrue en bordure du Lac (SBT 63,67 produisent 10 t/ha en expérimentation de contre-saison → cf. William Andri-ko)

• Des cultivars sélectionnés et multipliés par Andri-ko, montrent également un excellent potentiel au Lac :

- en riziculture irriguée : Mihary, x 265, Dombolo, Angome et Angofo,
- en riziculture pluviale : NERICA 4, à cycle court.
- Le caractère poly-aptitude SBT est bien mis en évidence.
- Les variétés SBT 87 et 88 montrent une bonne tolérance aux attaques des ravageurs du sol (*Hétéronychus, Hoplochelus*), un fort potentiel de rendement, une grande rusticité générale.

- **Pour les Hauts Plateaux** (*conditions irriguées et pluviales*) **plus de 450 lignées résistantes à la Pyriculariose sont maintenant fixées** et vont entrer en compétition variétale pour choisir les plus performantes (*développement L. Séguy et al., R. Michellon, Narcisse, Tafa*).
- Les variétés de maïs « **Mailaka** » à cycle très court et CIRAD 412 résistante aux viroses, expriment un très fort potentiel de rendement et une très bonne rusticité.
- **TAFA maintient un germoplasme diversifié d'espèces** pour alimenter en continu la progression des SCV et les diversifier :

. Collections sorghos sans tanins à haute teneur en protéines, maïs, Vignas, Eleusine Corocana, Crotalaires, Arachis, Amaranthes alimentaires, doliques, Sojas, haricots, Sarrasin et espèces fourragères très performantes (*légumineuses + graminées adaptées aux sols très acides*)

(*) *Madagascar dispose maintenant d'un réservoir variétal riz exceptionnel pour toutes les écologies et conditions de culture ; le germoplasme d'espèces alimentaires et fourragères est également exceptionnel pour sa diversité en son adaptabilité à la variabilité pédoclimatique de l'île (à préserver absolument).*

. **Développement d'une gamme diversifiée d'outils pour la petite et la grande mécanisation au Lac** → vecteur puissant de diffusion SCV.

1.4 - Sur les recherches d'accompagnement, en bref (TAFA, FOFIFA, UPR SCRID)

. **Sur l'antenne FOFIFA/SCRID d'Antsirabé** (*ferme Andranomanelatra*) la quête de SCV plus productifs en biomasse, progresse significativement,

. **Les interactions « géotypes x environnement » sont abordées avec succès** par la recherche des conditions environnementales qui influencent la résistance ou au contraire la sensibilité des cultivars de riz à la pyriculariose : mise en évidence du caractère « suppressif » des sols volcaniques sur des variétés sensibles ; composantes étudiées : types de sols x systèmes de culture x géotypes x avec et sans contrôle fongicide.

(*) *Un projet scientifique ANR est soumis à financement sur ce thème.*

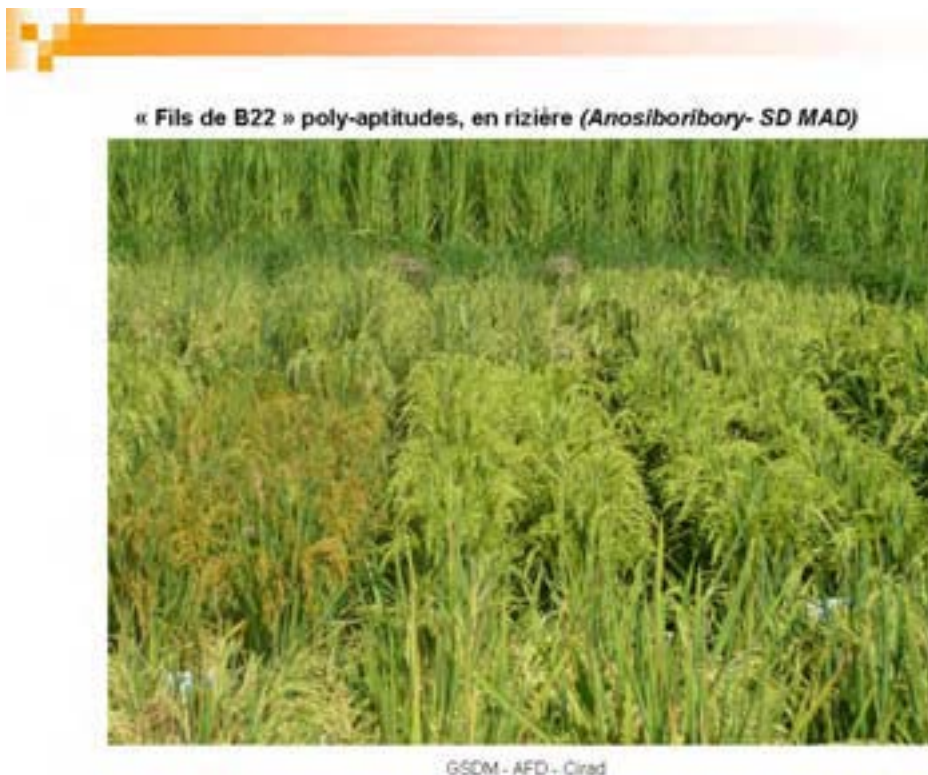
. **Les travaux de recherche sur le contrôle biologique** des vers blancs ravageurs du riz (*Heteronychus, Heterochonus, Hoplochelus, etc*) avec le champignon entomopathogène *Metarrhizium anisopliae* montrent leur efficacité au Lac Alaotra sur les espèces du genre *Heteronychus* ; ces travaux sont complétés par la recherche de couverts végétaux mono et pluri-espèces (*dont espèces aromatiques des genres Cleome, Cosmos, etc...*) répulsifs pour les insectes ravageurs.

. **Le cycle des nutriments** dans les SCV est également en cours d'étude (*ATP pépète*) en fonction de la nature des biomasses utilisées, de même que leur pouvoir d'extraction des nutriments et leurs exportations en fonction des modes de gestion de ces biomasses, cœur du fonctionnement biologique des SCV.

• **Les antennes expérimentales de TAFE** au Lac Alaotra, les Hauts Plateaux et dans le Moyen Ouest sont parfaitement et rigoureusement conduites pour l'exploitation de résultats scientifiques de qualité (→ *compétence des agents TAFE : Christian, Narcisse et Roger*).

• **Les travaux de sélection variétale** riz pour les altitudes égales ou inférieures à 1000m (*Fils de B22*) et pour 1600-2000m sont parfaitement pilotées et exécutées par le tandem TAFE : Roger Miche Ilon + Narcisse, qui a réalisé un énorme travail de sélection multi-écologies qui débouche maintenant sur un vaste réservoir de variétés poly-aptitudes adaptées aux différentes écologies de l'île et conditions de culture (*pluviales, irriguées*) → toutes mes félicitations.

• **Le système de riziculture de Fukuoka** est en cours d'adaptation et de mise au point par TAFE dans les rizières d'altitude (*passer du système de riziculture traditionnelle avec repiquage, forte consommatrice de main d'œuvre, à une riziculture biologique très performante et économique en main d'œuvre*).



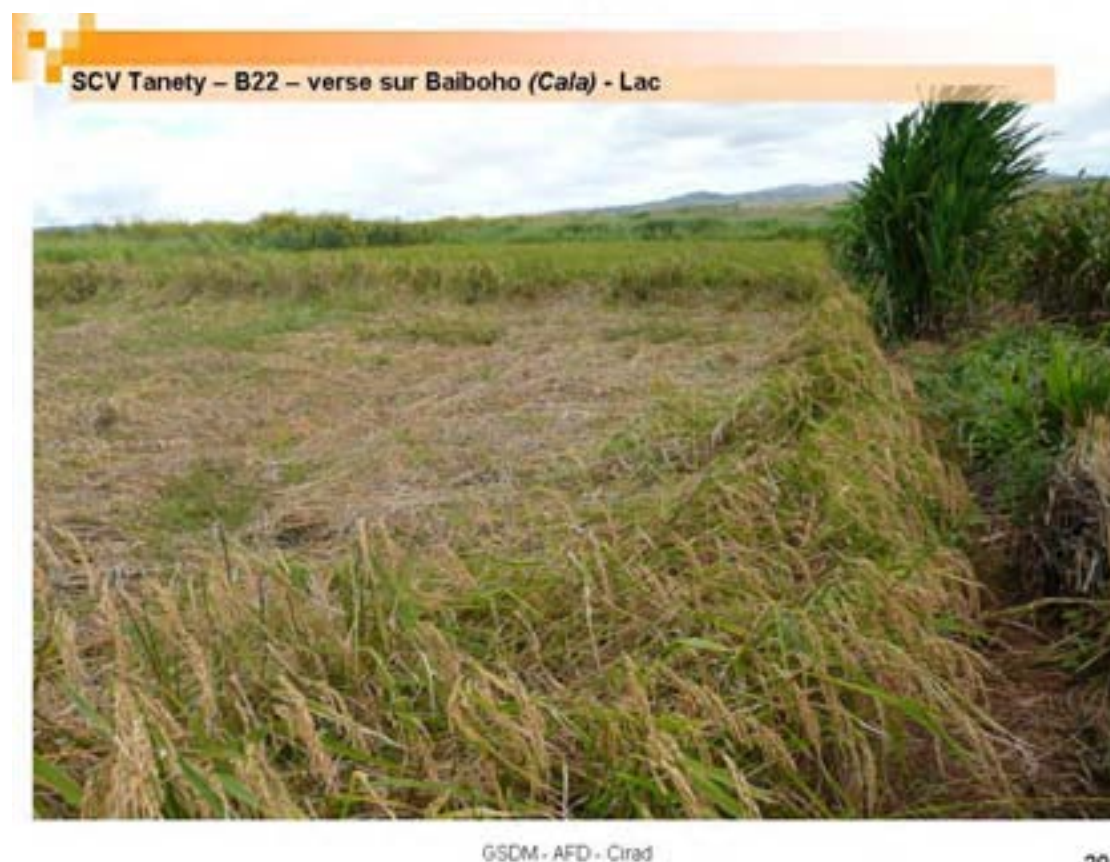
« Fils de B22 » poly-aptitudes, en rizière (Anosiboribory- SD MAD)

GSDM - AFD - Cirad

8



11



20

Aménagement Tanety-Lac (BRL)



GSDM - AFD - Cirad

22

**Puissante biomasse restauratrice – Lac – SD MAD-
Sorgho I. 204 + *Brachiaria ruzi*.**



GSDM - AFD - Cirad

26

***Stylosanthes* local, atteint par l'antrachnose**



27

***Brachiaria ruzi.* surexploité – Lac (BRL)**



GSDM - AFD - Cirad

29

**Roues semeuses pour motoculteur – Lac –
(semer toutes graines)**



GSDM - AFD - Cirad

31

Stylo. sous Eucalyptus – Lac – (ANAE-AVSF) planter Stylo. avant reboisement



GSDM - AFD - Cirad

32

Fofifa 154 sur Baiboho – SCV- Lac (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

35

SBT 88 – Poly-aptitudes, rustique – Lac (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

38

« Fils de B22 » et B22 en SCV sur Baibohos – Lac (TAFI)



GSDM - AFD - Cirad

1

Collection « Fils de B22 » en SCV pluvial (SD MAD)



GSDM - AFD - Cirad

43

SBT 88 tolérant aux vers blancs, B22 détruit (SCV Lac SD-MAD)



GSDM - AFD - Cirad

44

SBT 281 à gauche et SBT 239 à droite ($R > 6t/ha$) en SCV sur Baibohos – Lac (BRL)



GSDM - AFD - Cirad

46

SBT 239 en SCV sur *Arachis p.* – Lac (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

53

Stylo. 2 ans en SCV +/- 120 t/ha matière verte- Lac (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

54

Amaranthes alimentaires (*pompes SCV*) – Lac - (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

55

***Crotalaria juncea* – Lac (TAFA) – Régénération sols pauvres**



GSDM - AFD - Cirad

57

Sesbania sp. – Lac – Couverture sol en RMME – (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

58

SBT 281 en RMME – Bonne aptitude au ratooning – Lac (ANAE-AVSF)



GSDM - AFD - Cirad

62

SCV pomme de terre – Hauts Plateaux (SCRID –TAFa - Antsirabé)



GSDM - AFD - Cirad

69



70

SCV pomme de terre – Hauts Plateaux (SCRID-TAFA-Antsirabé)



GSDM - AFD - Cirad

72

**Place au riz sain sur sol volcanique entouré par
même variété détruite par pyriculariose sur sol
ferrallitique (SCRID-Antsirabé)**



GSDM - AFD - Cirad

73

Stylo. 2 ans en SCV – Moyen Ouest – Ivory (TAFI)



GSDM - AFD - Cirad

79

Acacia mangium – 6 ans - Moyen Ouest – Ivory (TAFI)



GSDM - AFD - Cirad

84

Mais sur *Arachis* en SCV – Moyen Ouest – Ivory (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

86

Mais + Eleusine + *Crotalaria* sp. en SCV – Moyen Ouest – Ivory (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

87

Mais + *Cajanus cajan* – Moyen Ouest – Ivory (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

88

B22 et Primavera versés sur SCV sur *Stylo*. – Moyen Ouest – Ivory (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

90



93



GSDM - AFD - Cirad

94

Fils de B22 sur SCV sur Stylo. – Moyen Ouest – Ivory (TAFA)



97

Fils de B22 sur SCV sur Stylo. – Moyen Ouest – Ivory (TAFA)



99

Lignées fixées d'altitude sur SCV Stylo. – Moyen Ouest – Ivory (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

10
0

Mais + pomme de terre + avoine – SCV sol volcanique Betafo (BV-PI)



GSDM - AFD - Cirad

10
1

Blé + vesce en SCV – sol volcanique Betafo (BV-Pf)



GSDM - AFD - Cirad

10
3

Maïs + haricot + avoine en SCV – sol (BV-Pf)



GSDM - AFD - Cirad

10
5

Riz + trèfle en rizière d'altitude – Betafo (SCV Fukuoka) (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

10
8

SCV en rizière acide – Lignées fixées d'altitude – Ibity (TAFA)



GSDM - AFD - Cirad

11
1

SCV en rizière acide – Lignées fixées d'altitude – Ibity (TAFA)



1.5 - Les points faibles, ou perfectibles

(*) qui feront l'objet des recommandations et propositions de travail réunies dans le chapitre 2.

a) Au Lac et dans le Moyen Ouest (800-1000 m altitude)

. Dans la nature des systèmes SCV les plus diffusés (*adoptés*)

→ SCV basée *Stylo* : Introduire nouvelles options de substitution au cas où antrachnose se redévelopperait.

→ SCV basée Maïs + Vigna/Riz : variétés de vigna actuelles n'assurent pas leur fonction de contrôle efficace des adventices (*paillage additionnel*) et sensibilité aux insectes, maladies,

→ Options SCV plus nombreuses et plus puissantes, annuelles, à développer, pour l'intégration agriculture-élevage.

. Dans la gestion des biomasses

- Gérer très forte biomasse *Stylo*. 18 mois (100 à 125 t/ha M.S), au moindre coût et moindre pénibilité (*vecteur diffusion*) ; ne pas immobiliser de surface productive pour sa production.
- Idem pour *Arachis* : gérer au moindre coût, moindre pénibilité (*idem pour Cassia rotundifolia*).
- Ne pas surexploiter les biomasses fourragères.
- Restituer les exportations (P, K, Ca, mg) sur cultures fourrages.
- Mieux gérer les pailles riz sur Tanety.

. Dans la gestion de la fertilisation minérale

- Mieux gérer fumures SCV sur sols à fortes potentialités (*Baibohos, ferrallitiques sur roches basiques*).

. Dans la gestion économique des SCV mécanisés

- baisser les coûts de production
- Mieux gérer N, P, K,

b) Au Lac, Moyen Ouest et Hauts Plateaux

. Développer les SCV en riziculture irriguée avec maîtrise de l'eau

- Productivité riz, économie main d'œuvre, diversification [*système Fukuoka, SCV Riz + (maraîchers + vesce ou dolique)*].

. Développer les SCV Bio → Filières à forte valeur ajoutée

- Sur Baibohos, et sols ferrallitiques à fortes potentialités (*roches basiques*), rizières avec maîtrise de l'eau.
- Substituer le glyphosate par un dessèchement des biomasses non polluant. (*Technologie L. Séguy, S. Bouzinac, 2007*).

. Mieux exploiter le potentiel de production du riz, au moindre coût

- Ratooning x doses N,
- Variétés SBT à cycle moyen en SCV sur Baibohos, RMME en semis direct précoce sur SCV base légumineuses de contre saison.

c) Sur les Hautes Terres (1600 – 2000 m)

→ SCV ne se développent pas (*problèmes → fertilité limitante des sols fonciers, non accès au crédit, coût élevé des intrants*).



Voir les entrées SCV à adapter

II – RAPPEL DE RÈGLES DE BASE FONDAMENTALES POUR LA CONSTRUCTION-ADAPTATION ET LE FONCTIONNEMENT (*Pluri-services écosystémiques*) DE SCV PERFORMANTS

La séquence de diapositives² exposées en fin de ce paragraphe, illustre et rappelle les grands principes et modes de fonctionnement des SCV³.

- Au-delà des règles de base : aucun travail du sol, sol toujours couvert, successions et/ou rotations d'espèces végétales (*cultures, biomasses*) obligatoires, il est également très important d'éviter d'immobiliser des surfaces productives pour la production de biomasse ; cette dernière devant se faire aux moindres coûts et pénibilité.

- Plus la production de biomasse annuelle (*M.S. au-dessus du sol et dans le profil cultural*) est importante et diversifiée et plus les performances des SCV sont élevées (*services écosystémiques gratuits*), de même que leurs impacts positifs sur l'environnement : productivité agricole élevée et stable, augmentation de la fertilité des sols sous culture (*fonctions boostées : Séquestration C, fixation N, CTC, S, S/T, P, K, bases, oligos E., activité biologique diversifiée*), contentions des pollutions (*Xenobiotiques, nitrates*), garantissant la qualité biologique des sols, des eaux et des productions.

- Si biomasse faible et peu diversifiée → Réduction des fonctions et des services écosystémiques gratuits qui doivent être complétés par niveau élevé d'intrants chimiques.

- Pour produire beaucoup de biomasse sèche annuelle, et surtout en sols ferrallitiques dégradés :

- **Ecobuage (avec balles de riz) + fumure minérale forte P, K, Ca, mg sur culture de rapport** → ex. : pomme de terre sur les Hauts Plateaux. (*La forte productivité obtenue permet de faire à la fois du bénéfice monétaire + correction des déficiences et carences minérales principales des sols*).

- **Fertiliser plutôt la biomasse fourragère (*Stylo., dolique, vesce, desmodium, Brachiarias, Pennisetum, avoine, etc...*) que les cultures.**

² Diapositives montées par notre éminent collègue Stéphane Boulakia – 2008.

³ Voir également les docs :

-« à propos des SCV » de L. Ségué et S. Bouzinac (*décembre 2008*)

- La symphonie inachevée du semis direct dans le Brésil central – L. Ségué, S. Bouzinac, 2008.

• Les SCV fonctionnant sur le cycle de « production-minéralisation » de la biomasse annuelle, il est nécessaire pour pérenniser les SCV :

- **De produire d'entrée de fortes biomasses nourricières** quitte à les fertiliser fortement la première année pour amorcer la « pompe nutritive SCV » → fertiliser les biomasses puissantes plutôt que les cultures, exceptées productions à haute valeur ajoutée comme pomme de terre ou maraîchers ; cette forte fertilisation minérale de redressement ($120 \text{ à } 150 \text{ P et K} + 1500 \text{ kg/ha dolomie}$) **devrait faire l'objet d'une subvention des bailleurs de fonds, principalement sur les Hautes Terres ferrallitiques dégradées** (fig. 40, 41, 4, 5 et 6).

- **De réajuster ensuite à la baisse**, dès la 2^{ème} année, les fumures minérales sur SCV pour maintenir une production annuelle de biomasse soutenue et élevée → Restituer les exportations minérales des grains ou de la biomasse exportée comme fourrage vert ; des fumures minérales de l'ordre de $20 \text{ P} + 40 \text{ K/ha}$ sont ainsi suffisantes pour compenser les exportations annuelles de nutriments par les grains, des principales cultures alimentaires ; pour ce qui concerne la production fourragères → si fourrage exporté en vert ou pâturé : restituer les exportations minérales.

• **En conclusion de ce court paragraphe :**

- On ne peut pas retirer indéfiniment d'un système sans jamais rien restituer → Surexploitation qui conduit inexorablement à la ruine des ressources naturelles et des hommes qui les exploitent (*trappes de pauvreté*).

- Les SCV peuvent assurer, grâce à une large biodiversité fonctionnelle, de nombreux services écosystémiques gratuits qui garantissent à la fois : productions agricoles élevées, diversifiées et stables, protection de l'environnement, qualité biologique des productions, dès lors que leur multi-fonctionnalité peut s'exprimer pleinement et aux moindres coûts et pénibilité. Cette multifonctionnalité repose sur un cycle puissant de « production-minéralisation » de la biomasse annuelle qu'il est déterminant de mettre en fonctionnement dès la première année (*écobuage et/ou forte fumure minérale de redressement sur les sols pauvres (P, K, Ca + mg)*) et d'entretenir ensuite (*restitution des exportations de nutriments* → *stabilité, durabilité*).

Figures : fonctionnement SCV, Séquence règles SCV – Rotation sur SCV

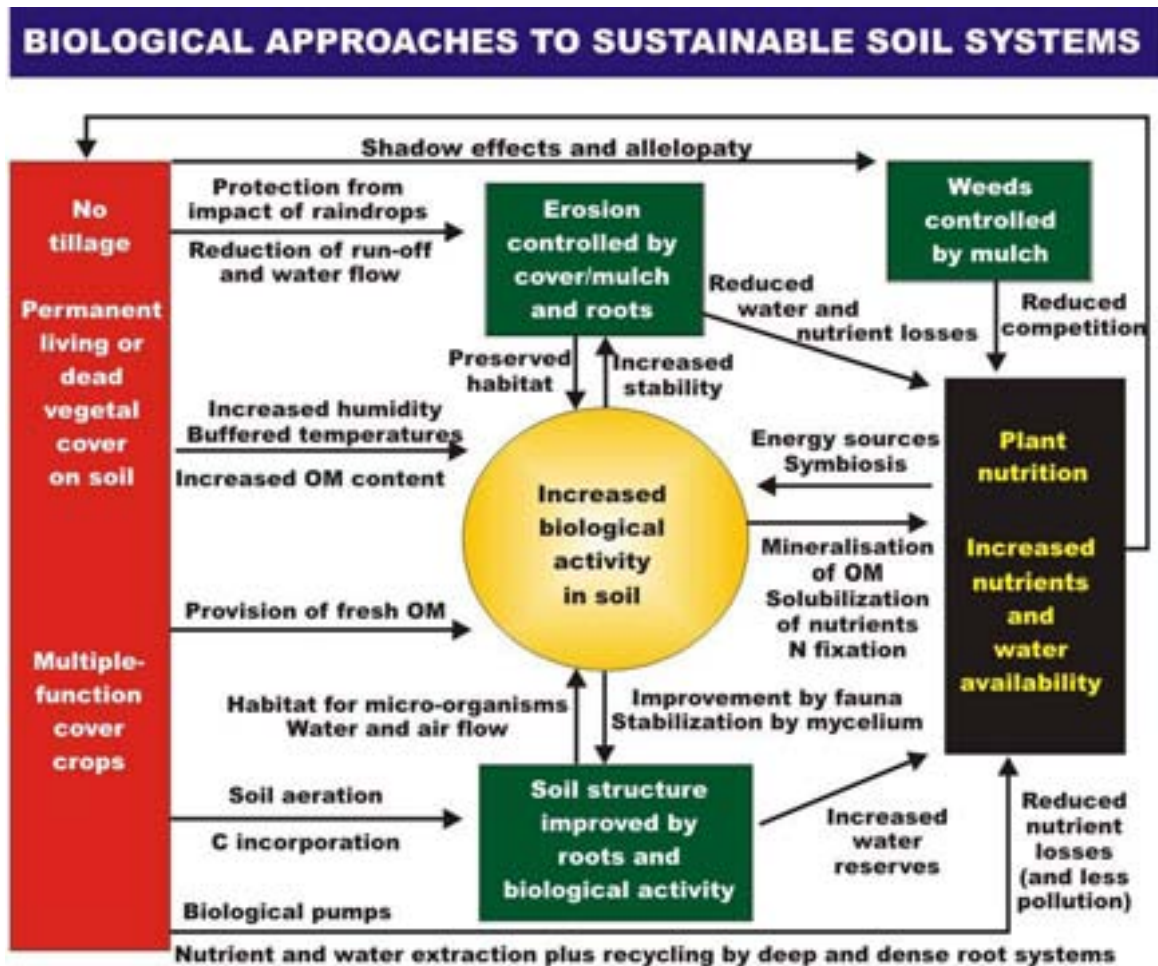
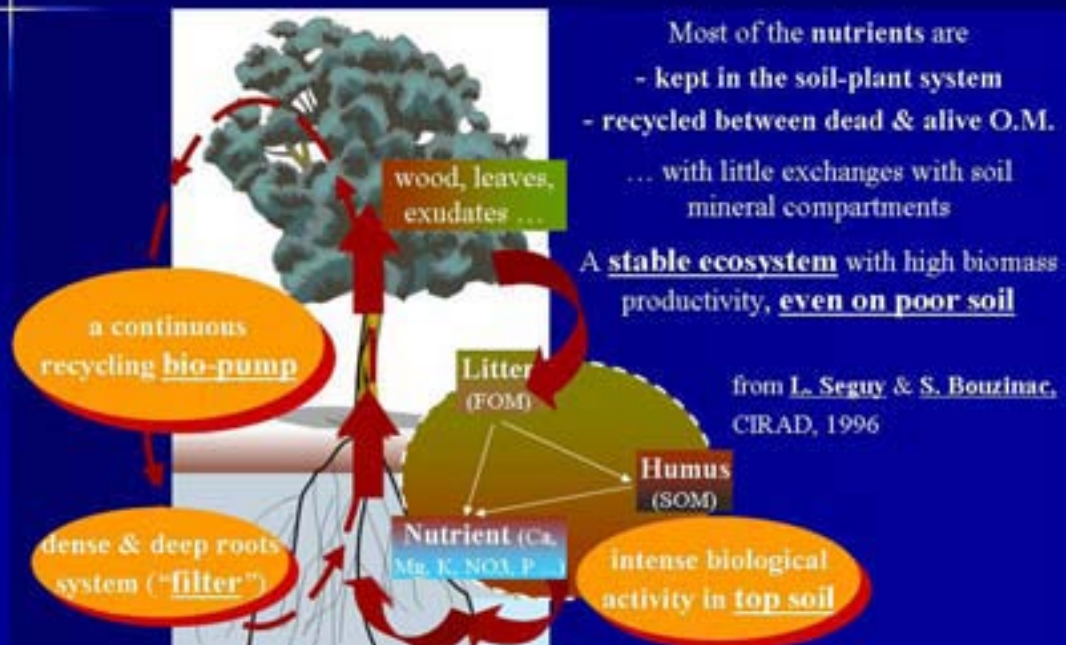


FIGURE
Schematic diagram of elements and interactions in the management of field cropping in Brazil with direct seeding into permanent vegetative cover to capitalize on plant and soil biota complementarities and synergies. Courtesy of Lucien Séguy, CIRAD - in Biological approaches to sustainable soil systems (p. 10). Edited by Norman Uphoff (Taylor and Francis) - 2006

A.2/ Principles of DMC and cropping systems typology

A.2.1/ Principles of DMC technologies



The tropical forest : a model to be reproduced at field scale

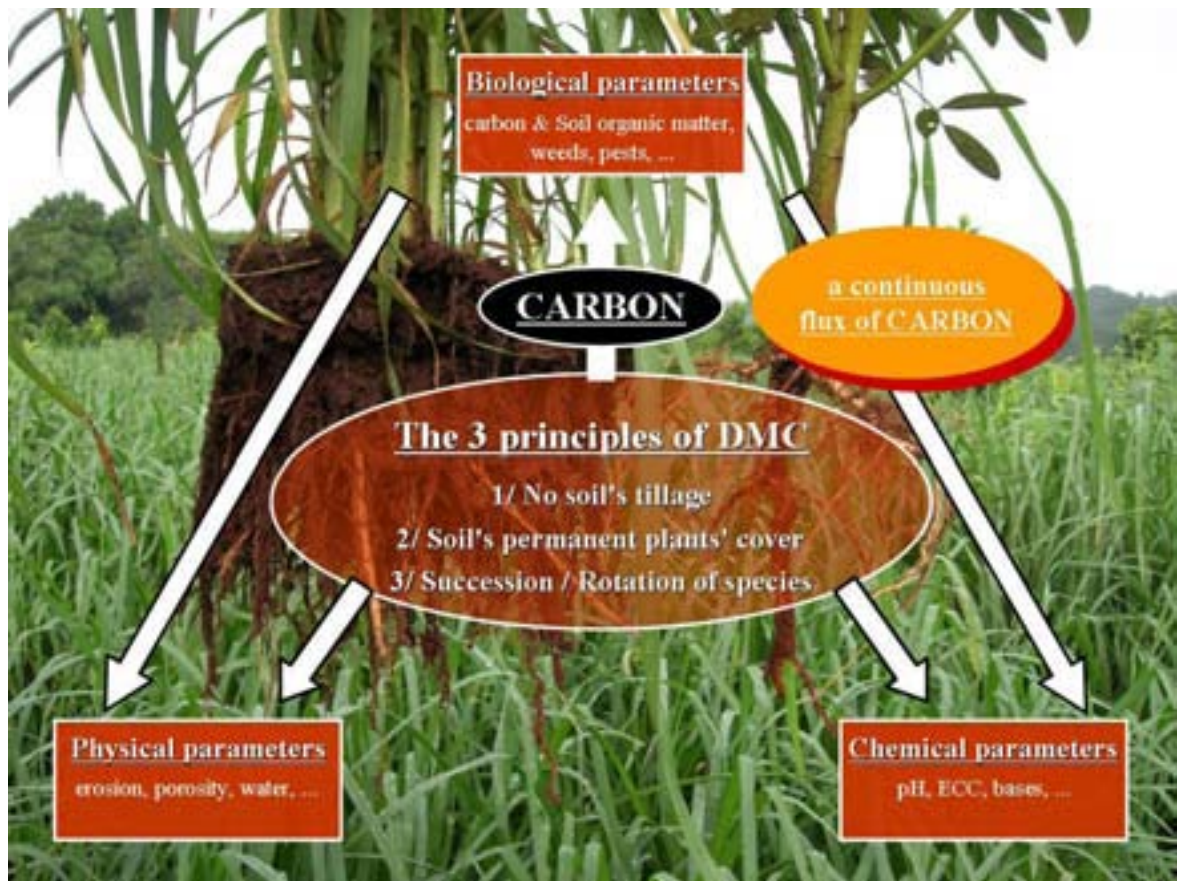


A.2/ Principles of DMC and cropping systems typology

A.2.1/ Principles of DMC technologies

The "Multi-functionality" of biological pump

		FUNCTION	EFFECT
 <p>Above</p>	Food	Nutrient for crops, Fodder for Cattle Biomass for soil's fauna/flora chains	
	Protection	Erosion / run-off, Evaporation, T (°C) Xenobiotiques bio-degradation ⑤	
	"Pest-buster"	Weed control (shade, allelopathy) Disease (splash effect, blast on rice... ⑥) Insect (...via biodiv.... ⑥)	
 <p>Below</p>	C Loader	C storage - ECC increase, pH buffer ... Bio activity / diversity increase ⑤ publ. Bio-degradation / detoxification (?) ⑥	
	Structure	Roots system matrix, decompaction Porosity, Water reserve Aggregation & O.M.% ⑤	
	Recycling pump	Connection to deep water i.e. maximization of the water potential Recycling of lixiviated ions NO ₃ ⁻ , bases ⑤	



A.2/ Principles of DMC and cropping systems typology

A.2.2/ The different types of DMC based cropping systems

From "concept" to DMC applications

3 Agro-technical principles of DMC

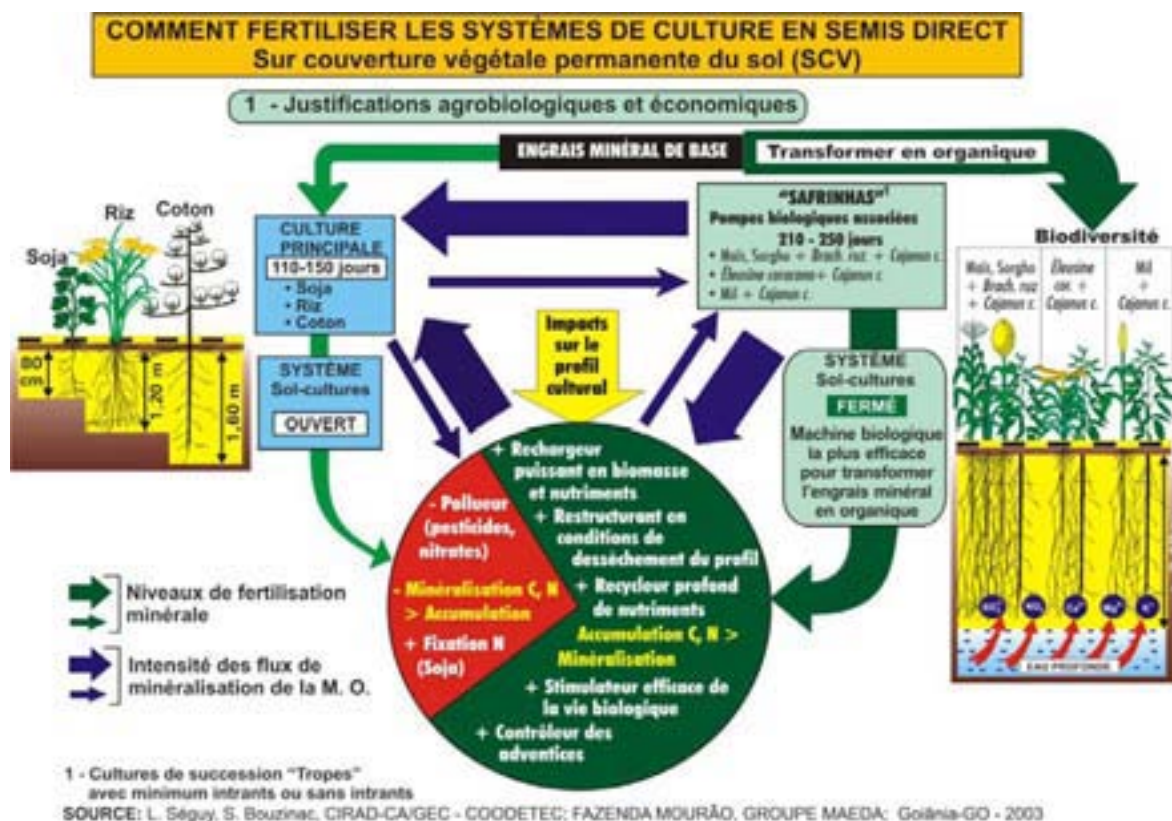
- 1/ No soil's tillage
- 2/ Soil's permanent plants' cover
- 3/ Succession / Rotation of species

2 Socio-economical conditions

- 1/ No land immobilization for biomass production
i.e. growth on marginal condition (use of deep soil's water during dry season)
- 2/ No important extra labor and/ or cost

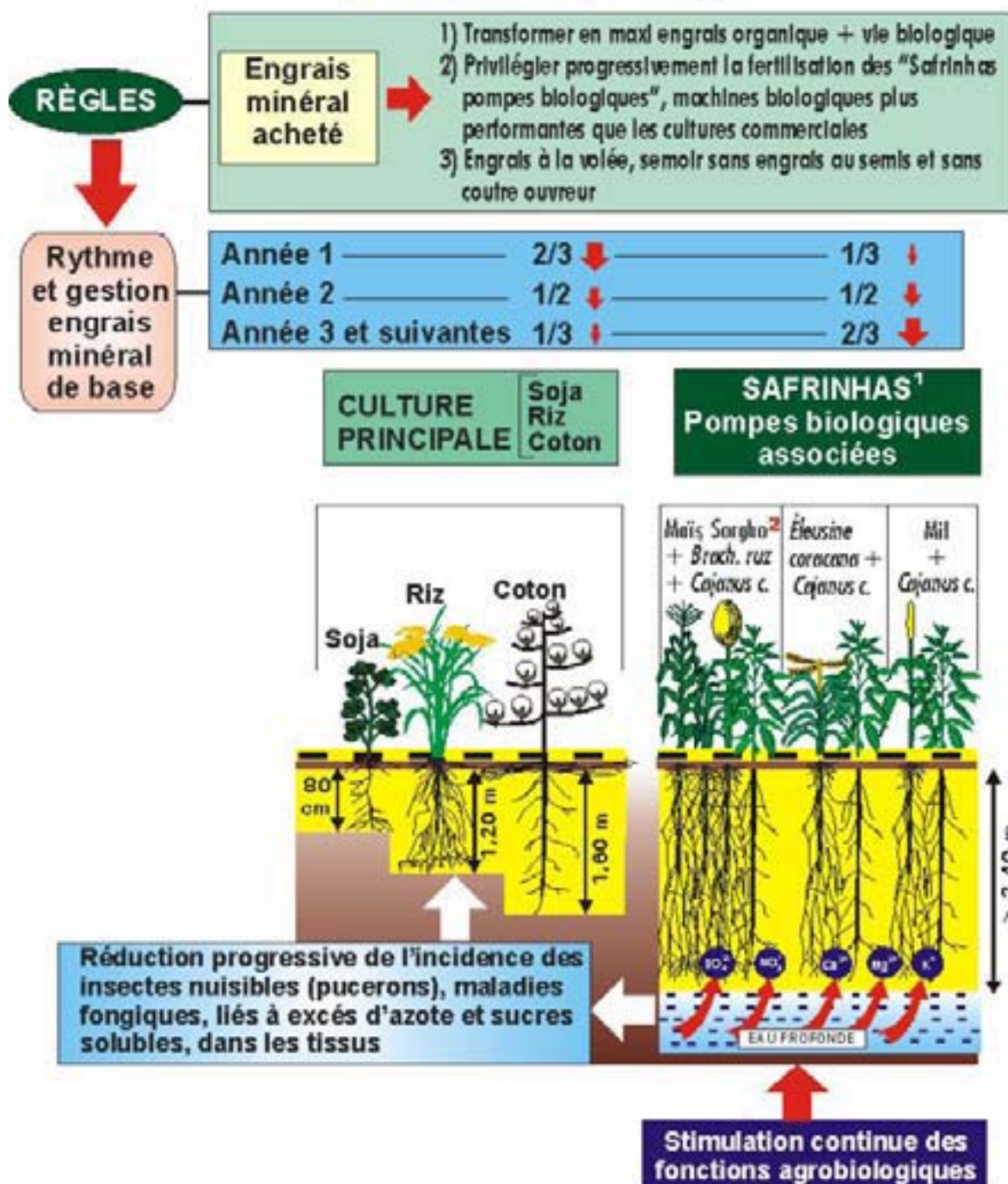
First DMC based cropping systems for Cambodian upland

DMC based, using long term biomass production (examples) (Photos)



COMMENT FERTILISER LES SYSTÈMES DE CULTURE EN SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE DU SOL (SCV)

2- Modes de gestion



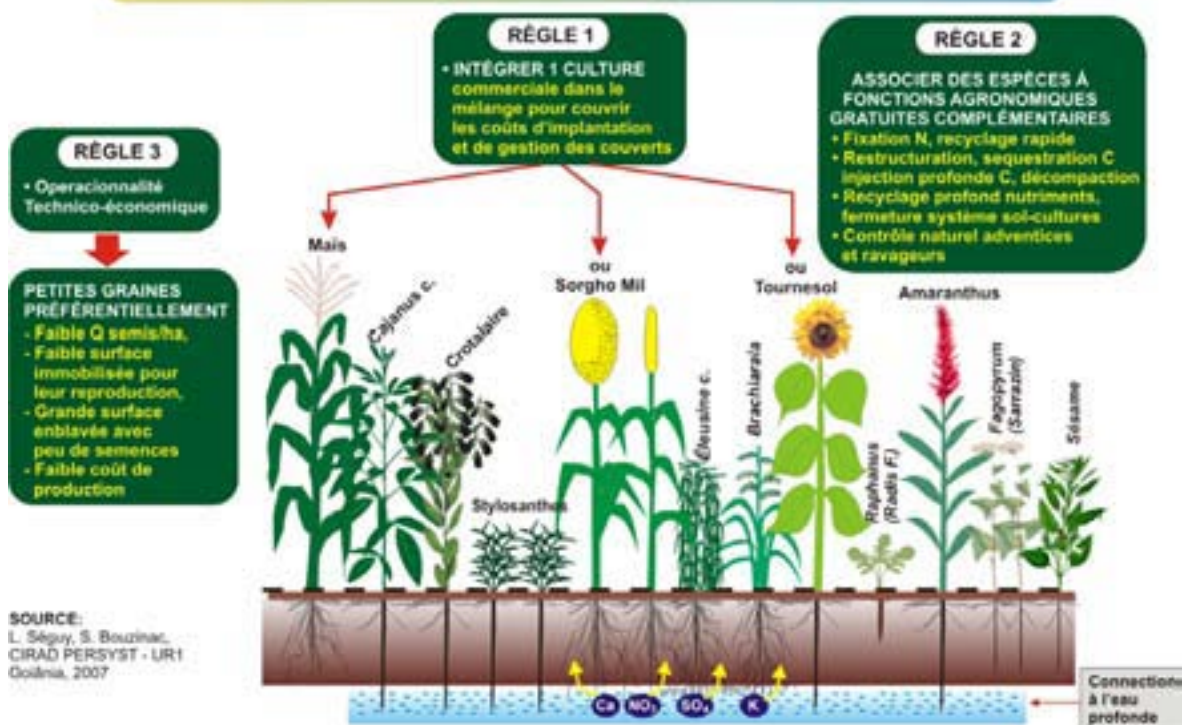
1 - Safrinhas = Cultures de succession

2 - Sorgho blanc, sans tanins à haute teneur en protéines (12-15%)

SOURCE: L. Ségué, S. Bouzinac, CIRAD-CA/GEC, GRUPO MAEDA, FAZENDA MOURÃO, COODETEC - Goiânia-GO, 2003

RÈGLES DE CONSTRUCTION DES COUVERTS MULTI-FONCTIONNELS DANS LES SCV

Exemple de la zone tropicale humide du Brésil Central - Forêts et Cerrados



SOURCE:
L. Séguy, S. Bouzinac,
CIRAD PERSYST - UR1
Goiania, 2007

EXTRACTIONS DE NUTRIMENTS PAR LES CULTURES EN SOLS FERRALLITIQUES

Fig. 1 - Quantité de nutriments exportés par les grains, pour chaque tonne de Soja produite.

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cl	Mo	Cu	Fe	Mn	Zn	Al
	kg/tonne						g/tonne							
Restes cultureaux	31	2,5	7,5	10	9,2	4,7	-	23	2	-	-	-	-	172
Grains	51	5,0	17	5,4	3,0	2,0	2,0	237	5	10	70	30	40	15

1 - Feuilles, pétioles et tiges qui sont restitués au sol
SOURCE: embrapa (1993a)

Fig. 2- Extraction et exportation de nutriments par tonne de grains de Haricot

Nutriment	Extraction (kg/ha)	Exportation (kg/ha)	%
N	102	37	36
P	9	4	44
K	93	22	24
Ca	54	4	7
Mg	18	4	22
S	25	10	40
Cultivar	Roxinho		

Fig. 4 - Extraction moyenne de nutriments pour la culture de Maïs destinée à la production de grain et ensilage

Type d'exploitation	Production (t/ha)	Nutriments extraits				
		N	P	K	Ca	Mg
		-----kg/ha-----				
Grains	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Exportations par les grains(%)		70-77	77-86	26-43	3-7	47-69
Ensilage (Matière sèche)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

SOURCE: COELHO & FRANÇA (1995)

Fig. 5 - Extraction moyenne de nutriments par la culture de Sorgho

Matière sèche totale (kg/ha)	Grains (%)	Nutriments extraits ¹				
		N	P	K	Ca	Mg
		-----kg/ha-----				
7.820 ²	37	93	13	99	22	8
9.950 ³	18	137	21	113	27	28
12.540 ³	16	214	26	140	34	26
16.580 ³	18	198	43	227	50	47

Pour convertir P en P_2O_5 , K en K_2O , Ca en CaO et Mg en MgO, multiplier par 2,29, 1,20, 1,39 e 1,66, respectivement

SOURCE: 2 - PITTA et al. (2001) 3 - FRIBOURG et al. (1976)

Fig. 3 - Production et accumulation de nutriments par la culture de Riz pluvial

Fertilité du sol	Partie de la plante	Production (kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Mn	Fe
			kg/tonne			g/ha					
Basse	Partie aérienne	2.110	20	4	53	7,00	5,00	97	16	445	1.517
	Grains	1.684	51	5	3	0,69	1,86	38	26	54	120
	Total	3.794	71	9	56	7,69	6,86	135	42	499	1.637
Moyenne	Partie aérienne	2.992	28	7	72	10,00	7,00	152	20	639	1.454
	Grains	2.117	88	7	4	0,83	2,36	46	31	72	137
	Total	5.109	116	14	76	10,83	9,36	198	51	711	1.591
Haute	Partie aérienne	3.494	35	7	77	14,00	9,00	178	20	814	2.062
	Grains	2.104	106	7	4	0,84	2,40	46	32	78	119
	Total	5.598	141	14	81	14,84	11,40	324	52	892	2.181
Moyenne + Engrais vert	Partie aérienne	3.524	26	10	67	11,00	7,00	176	15	914	3.109
	Grains	2.403	39	15	5	0,96	2,79	63	31	113	142
	Total	5.927	65	25	72	11,96	9,79	239	46	1027	3.251

Les valeurs sont les moyennes de 3 cultivars

SOURCE: EMBRAPA-CNPAF - Potafos N° 9 - Juin, 1995

III – PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS AU DÉVELOPPEMENT ET A LA RECHERCHE POUR PERFECTIONNER LES SCV ET AMPLIFIER LEUR DIFFUSION

(*) Les recommandations dont le titre est en rouge → Recherche d'accompagnement.

. Celles dont le titre est en vert → Projets de développement, opérateurs.

. Rouge + vert → R-D

3.1 – Actions riz en grande culture

→ Mettre en œuvre moyens financiers et humains pour :

- Evaluer les performances du vaste réservoir varié tal r iz, exception nel, le tr ier. Classifier en fonction de la variabilité des unités pédologiques et hydrologiques (*Lac, Moyen Ouest*).

- Confirmer les performances en grande culture (*SD MAD*) et en m ême temps, multiplier des semences de base.

→ En pluvial, **sur Baibohos**, en SCV sur forte biom asse de légumineuses de contre-saison (*vesce, dolique, Stylo.*), et **semis direct précoce** (*très important*).

. **C.C. (cycles courts)** : SBT 68, 69, 70, 239 + 5 à 10 meilleurs « Fils de B22 » (voir Roger source de ces semences) + B22 et Primavera (références).

• **C.M. (cycles moyens)** : SBT 87, 88, 63 ou 67, 172, 231, 48, 93, 281, 65, 41, 89 + SBT aromatiques : SBT 175, 265, 26, 154, 1, 28, 252, 270.

(*) *semis au Semeato TD.*

3.1.1 – Tri variétal – Altitude ≤ 1000 m

→ **Collections testées** en SCV – 10 m²/cultivar à tester – témoins intercalés :

et encadrant → En pluvial – B22, Primavera
→ En irrigué, X265, Makallioka 34.

• Lieux	• Lac Alaotra	• irrigué (<i>William – Anosiboribory</i>) Baibohos (<i>William – Tafa</i>) • Tanety (<i>Marololo – vallée Marianina</i>) • RMME
	• Moyen Ouest (<i>Ivory</i>) – Pluvial, SCV sur Stylo.	
	• Côte Est (<i>à définir</i>)	• Pluvial (<i>Tafa</i>) Bas fonds drainés (<i>SD MAD</i>)

• Variétés Riz

→ **C.C. (Cycles courts)** : SBT 68, 69, 70, 239, 337.1 + 10 m eilleurs « Fils de B22 » (*source Roger*) + 50 meilleurs « Fils B22 » (*Source William*)

(*) *Les variétés restantes « Fils de B22 », non évaluées, seront réunies sur une parcelle SCV Stylo. : 1 ligne de 3 m/lignée.*

→ **C.M. (cycles moyens)** : SBT 41, 65, 63 ou 67, 231, 48, 93, 281, 87, 88, 89, 172 + SBT aromatiques → SBT 175, 265, 154, 26, 1, 28, 252, 270 + 50 m eilleurs « Fils de B22 » (*source William*).

(*) *Les variétés non évaluées « Fils de B22 » CM, seront réunies sur une parcelle SCV Stylo. 1 ligne de 3 m/lignée.*

En conditions pluviales au Lac (*Baibohos, Tanety*) → 1 collection totalement protégée contre vers blancs, 1 autre non protégée (*William*).

3.1.2. Tri variétal – Altitude ≥ 1500 m (*Hauts Plateaux*)

→ Collections testées « en SCV – idem collections altitude ≤ 1000 m

• **Lieux** • Ferme Andranomanelatra (*pluvial*)
• Ivory (*pluvial*)
• Ibity (*RMME*)
• Rizièrre terroir Betafo – Talata (*repiqué*)

• **Témoins** • En irrigué → Rojofotsy 1285
• En pluvial → Fofifa 159, 162.

. Variétés riz

→ Les 60 **meilleures sélections 2009** + variétés FOFIFA 159 à 172 + FOFIFA **152 et 154** (*très importants réincorporer ce matériel sensible dans SCV*).

(*) *Toutes les lignées non évaluées seront réunies dans une parcelle SCV → 1 ligne de 3 m/lignée.*

3.2 - **Nature des systèmes SCV sur légumineuses régénératrices puissantes** → **Diversifier les biomasses de légumineuses**

(*) *Actions R et D.*

→ **Lac Alaotra, Moyen Ouest**

. Prévoir des biomasses légumineuses de substitutions au *Stylo.*, en cas de recrudescence de l'antrachnose, toujours possible.

. Pour ce faire :

1/ Construire SCV de même nature et gestion que les actuels SCV sur *Stylo.* déjà diffusés (*Tanety*), en substituant le *Stylo.* g. par les espèces *Desmodium uncinatum* (*silver leaf*) et *D. intortum* (*green leaf*) → SCV avec chaque espèce séparément et SCV avec mélange des 2 espèces (50 % + 50 %).

Ex. → SCV actuel riz + *Stylo.* → Maïs + *Stylo.* laissé vivant → Riz + *Stylo.* resemé
nature l



SCV Riz + *Desmo.* → Maïs + *Desmo.* Laissé vivant → Riz + *Desmo.* resemé
nature l



Desmo. (mélange des 2 espèces) implanté 25-30 JAS (après fin rémanence oxadiazon) ; sur maïs l'année suivante, utiliser 2 à 2,5 kg/ha Atrazine ; sur riz en année 3 → Gestion idem *Stylo.* : rouler la biomasse *Desmo.* (resemé naturel par graines des *Desmo.*).

Autre exemple → Régénération des jachères en *Tanety*

→ Construire même SCV avec *Desmo.*, qu'avec *Stylo.* actuel (*chaque espèce de *Desmo.* séparément, et en mélange*).

2/ Ré-intégrer *Vigna umbellata* dans les SCV maïs + vignas/riz en *Tanety* et Baibohos

• *Vigna umbellata* est plus résistant aux maladies et ravageurs que *Vigna unguiculata* et sa biomasse est plus puissante, contrôle mieux les adventices l'année suivante (évite le paillage additionnel) ; **semis direct le plus précoce possible.**

• **Revoir performances des *Vignas unguiculata*** → Variétés productives à plus forte biomasse – (*Lac Moyen Ouest*).

3/ Mélanges pour la régénération des jachères en Tanety, en plus du *Stylo.* et des *Desmo.*

- *Crotalaria juncea* (20-30 kg/ha) + *Stylo. g.* (3-4 kg/ha) → avantages : Fort pouvoir de décompaction des sols, Crotalaire **non appétée par le bétail**, (*Stylo. protégé*)

- *Crotalaria juncea* (20-30 kg/ha) + **les 2 *Desmo.* en mélange** (mêmes avantages que les mélanges précédents).

- **Mélange des 3 espèces : *Crot. j.* + *Stylo.* + les 2 *Desmo.***

Tester 2 niveaux de fumure sur ces mélanges :

- Sans fumure ou P.K légère (30 P + 30 K)/ha
- P+ K (80 + 80) + Dolomie (500 kg) / ha

4/ Sur Baibohos

En plus de *Arachis pintoï* et repens, comme couvertures vivantes, construire SCV :

- Avec couverture vivante de *Centrosema pascuorum* (biomasse semblable aux *Arachis*, **forte nodulation naturelle**), installé dans Riz pluvial → semis après rémanence oxadiazon, et application 0,8 l/ha Basagran si nécessaire (15-20 JAS), soit entre **22 et 25 JAS.**

• **Mélange *Crotalaria juncea* + *Sesbania sp.* (locale)**, installé à la volée en fin de cycle du riz de cycle court semé le plus tôt possible.

3.3 - Nature des systèmes SCV sur les Hauts plateaux

(*Vakinankaratra*)

→ **2 entrées possibles : écobuages + forte fumure minérale avec pomme de terre et nouveaux systèmes SCV construits sur *Pennisetum purpureum*.**

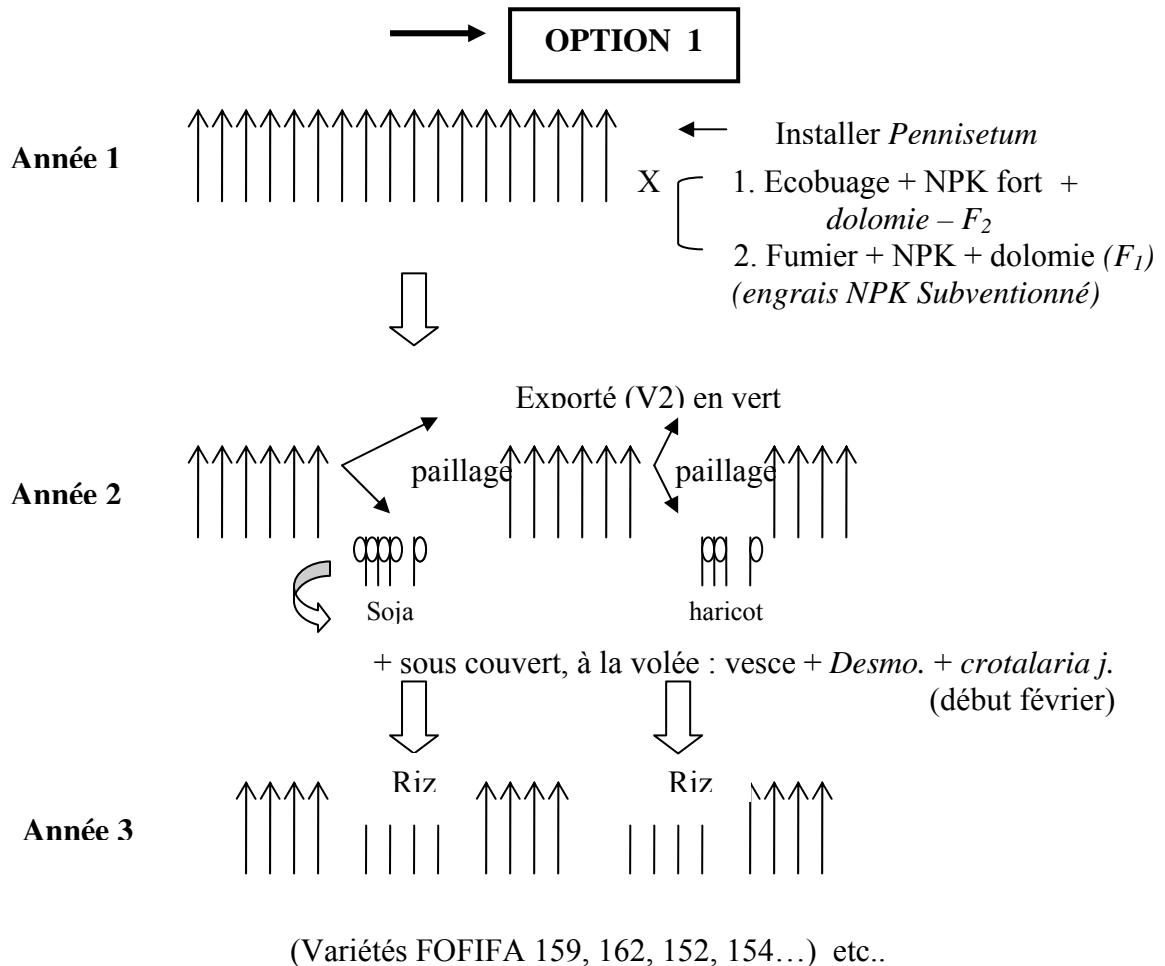
(*) Actions **R** et **D**.

1/ SCV sur entrée pomme de terre, production fortement rémunératrice

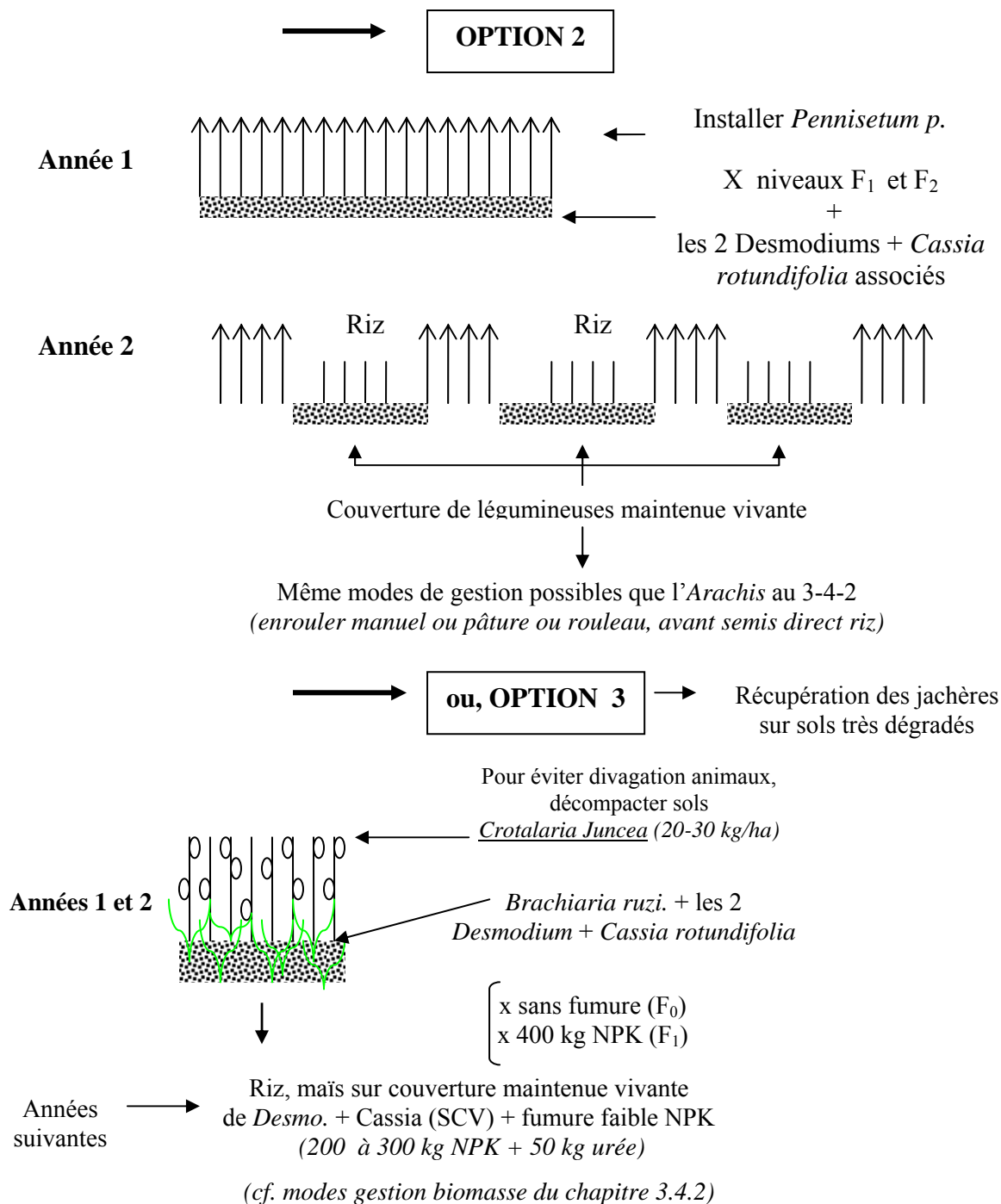
• **Déjà vu** les années antérieures :

- Ecobuage avec balles de riz (cf. travaux Roger Michellon)
- + forte fumure (120 P + 120 K) + 1.500 kg dolomie/ha sur pomme de terre + (*avoine vesce*) en succession / Riz l'année suivante → Réajuster les fumures à la baisse.

2/ SCV à construire à partir de *Pennisetum purpureum*, la graminée la plus forte productrice de biomasse sur les Hauts Plateaux → entrée SCV intégration Agriculture-Elevage.



- En année 1 → Régénération fertilité : forte fumure + ecobuage → très forte biomasse nourricière pour sol, animaux (*partie*)..
- En année 2 → Partie biomasse *Pennisetum* exportée (1/2), autre partie paillage → Haricot, soja + à la volée sous couvert dès le début maturation : mélange légumineuses → vesce + *Desmo.* (2 espèces) + éventuellement *Crotalaria j.* pour éviter divagation animaux.
- En année 3 → Riz pluvial, etc...



3.4. Améliorer la gestion des puissantes biomasses

→ **Faisabilité technique : économiser de la main d'œuvre, ne pas immobiliser de surface productive**

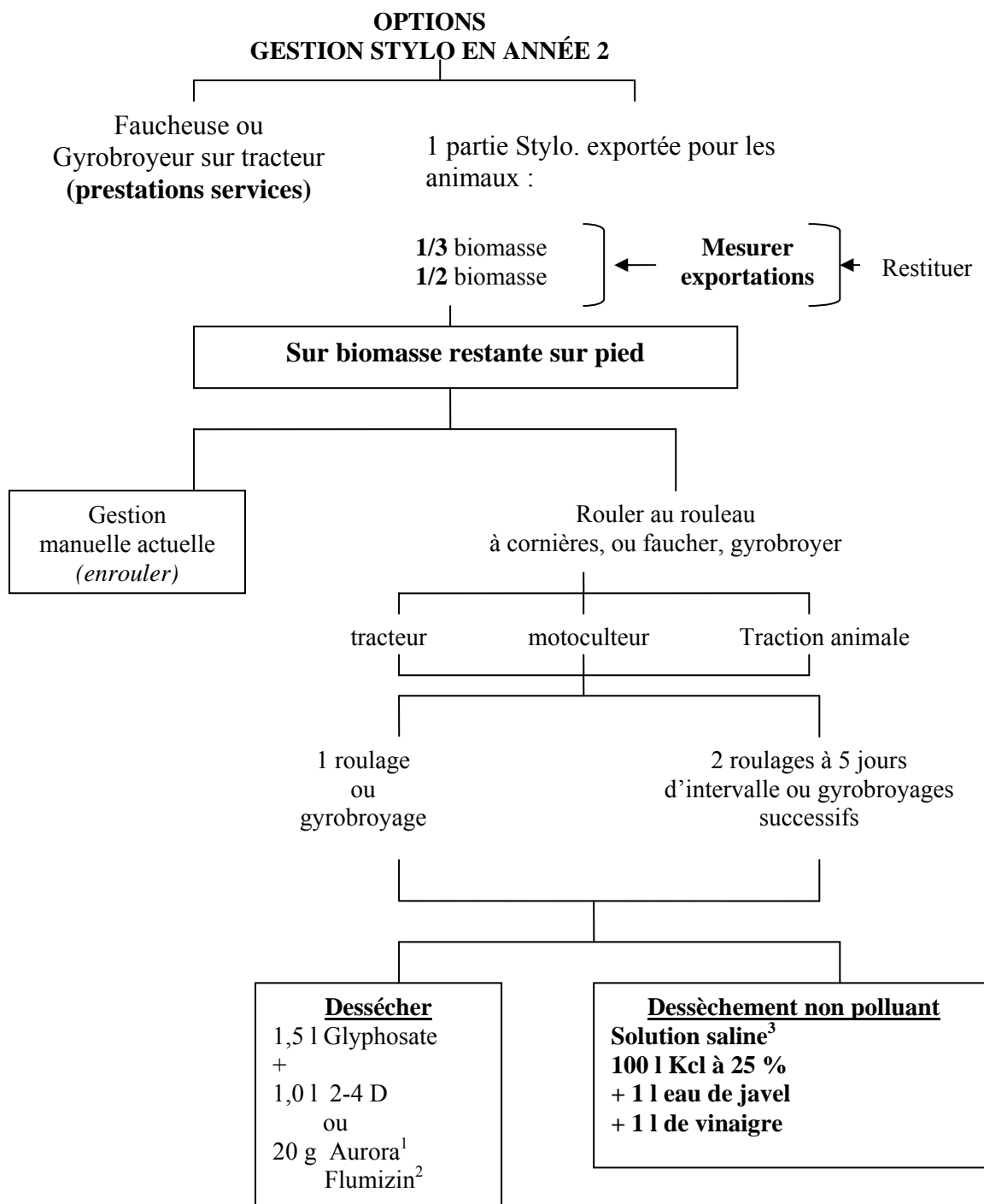
3.4.1. Les SCV sur *Stylo.* de 2 ans (Lac Alaotra, Moyen Ouest, Basses altitudes)

. Production de biomasse verte énorme : entre 95 et 125 t/ha,

. La gestion manuelle de cette biomasse (*dessèchement*), consommée entre 95 et 110 j/h/ha en fin de saison sèche → énorme ; peut être un frein à la diffusion spontanée, et de plus, immobilise surface productive (*cf. photos*).

. Plusieurs options possibles :

- 1) **Ne pas immobiliser Stylo. sur 2 ans**, mais sur 1 an, pour ce faire, *Stylo.* doit fournir biomasse suffisante entre mars et octobre (*10 mois*) → apporter fertilisation P K sur sols pauvres, pour accélérer croissance *Stylo.* soit en renforçant fumure riz (300 à 400 kg/ha 11 – 22- 16), soit en fertilisant le *Stylo.* à la récolte riz (30 P + 30 K/ha).
- 2) **Laisser le Stylo. 2 ans** comme actuellement, mais le gérer comme une sole d'alimentation du bétail, à partir de la 2^{ème} année (*cf. schéma gestion Stylo année 2, ci-après*) tout en prenant soin de laisser suffisamment de biomasse résiduelle en place pour couvrir parfaitement le sol et contrôler ainsi les adventices dans la culture céréalière.



¹ Aurora : Carfentrazone ; ² Flumizin : flumioxazine

³ Solution saline (*Technique L. Séguy, S. Bouzinac*) : 25 kg KCl dans 100 l eau + eau de javel (1 à 2 l), et vinaigre (1 à 2 l) facultatifs.

Gestion Manuelle *Stylo*. (*enrouler*)













**3.4.2. *Arachis pintoï*, « *Arachis repens* », « *Cassia rotundifolia* »
*Centrosema pascuorum*⁴**

(*) *Les arachis sont des légumineuses exceptionnelles :*

- *fortes fixatrices du N de l'air,*
- *fournisseurs de protéines pour le bétail en saison sèche,*
- *forte capacité de séquestration du carbone et de recyclage des bases,*
- *contrôle efficace naturel des adventices (dominance),*

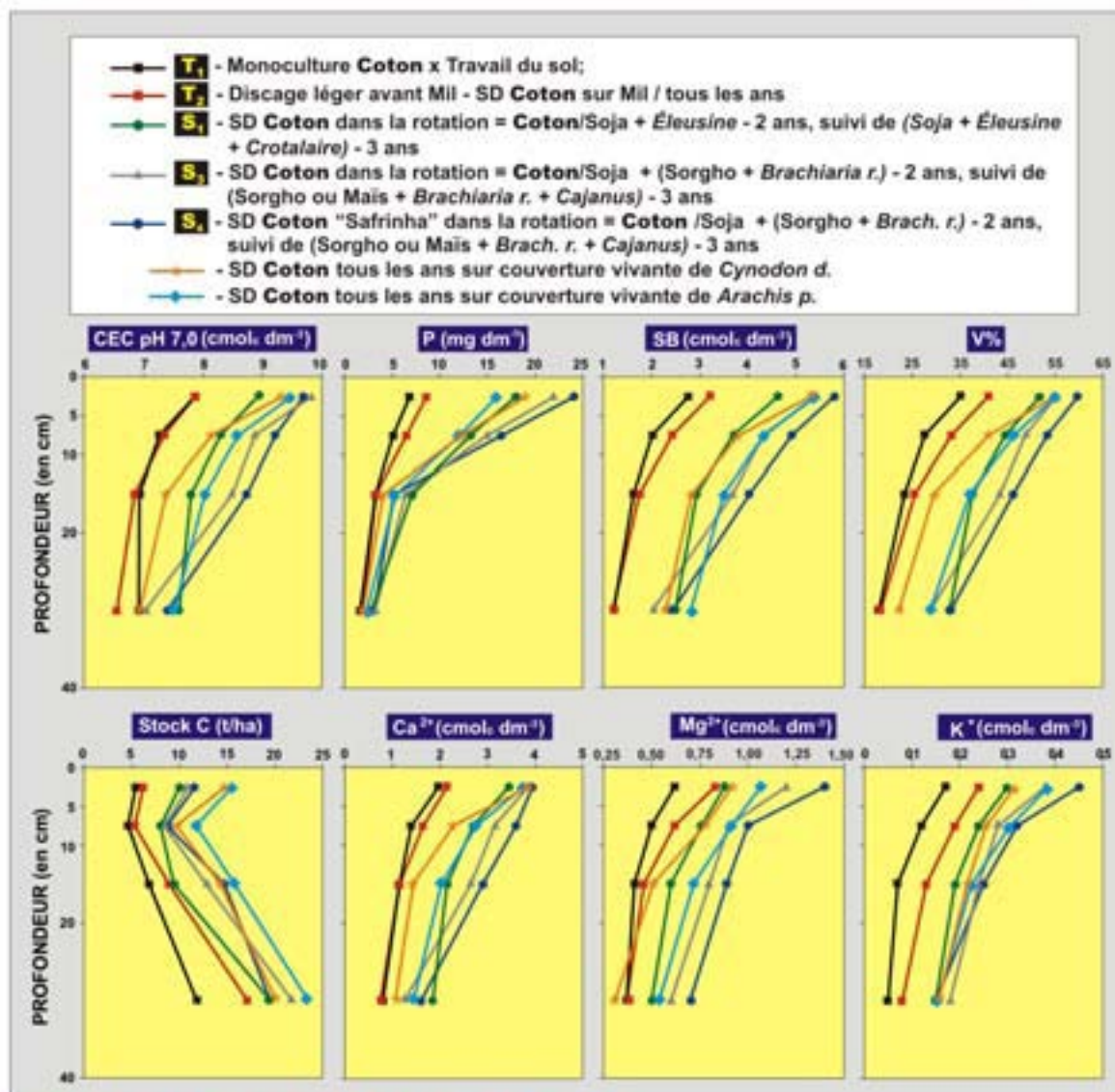
*comme le rappellent les résultats à suivre obtenus au Brésil sur sols sablo-argileux (cf. doc
« La symphonie inachevée du semis direct – L. Ségué, S. Bouzinac, 2008).*

⁴ Toutes ces légumineuses peuvent être définitivement éliminées avec l'herbicide Pichlorame. Réintroduire si nécessaire : le *Centrosema pascuorum* à partir du Laos (urgent → Florent Tivet)

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DANS L'HORIZON 0-40 cms D'UN SOL FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX, APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

a) - Fumure Standard moyenne annuelle = 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + oligos



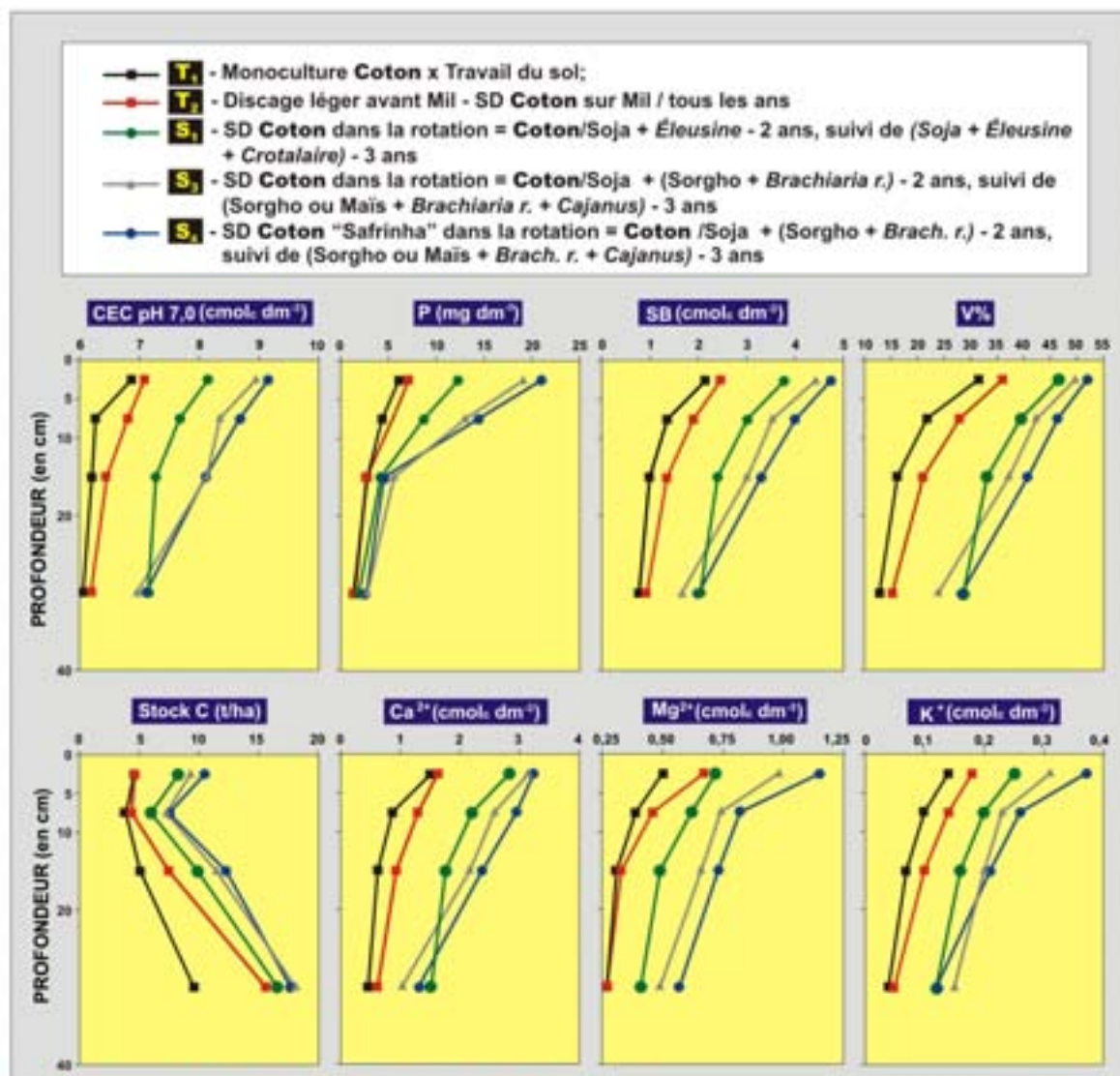
(*) Texture: 18-25% argile - 70 à 75% sables - Pente 3 à 6%

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac -
COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2006

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DANS L'HORIZON 0-40 cms D'UN SOL FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX, APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

b) - Fumure Réduite moyenne annuelle = 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + oligos

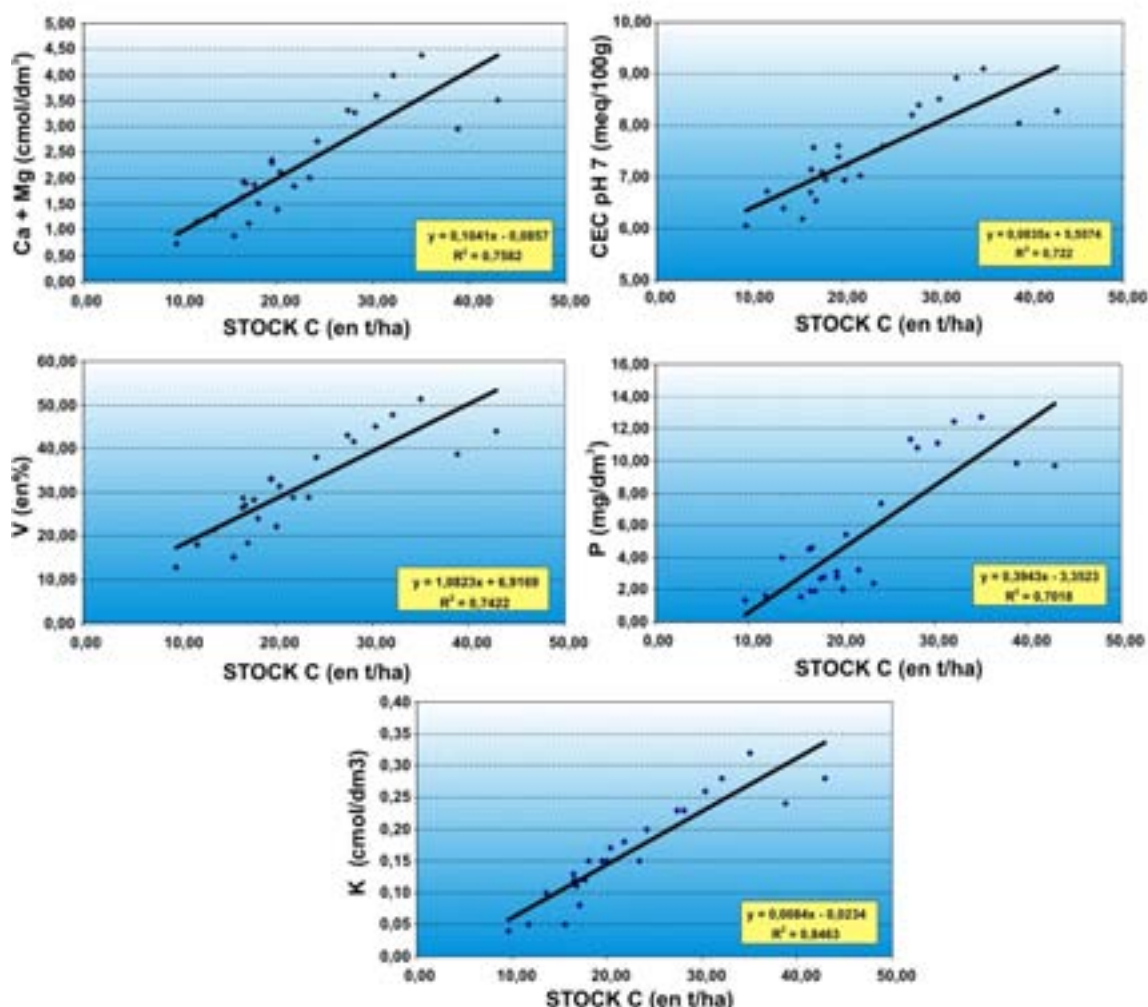


(*) Texture: 18-25% argile - 70 à 75% sables - Pente 3 à 6%

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot, J. Martin, L. Ségué, S. Bouzinac -
COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo, J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

REGRESSIONS : STOCK DE CARBONE x CEC, V, Ca + Mg, P, K, Dans les horizons 0 - 20 cm et 20 - 40 cm d'un sol¹ ferrallitique sablo-argileux après 5 ans de fonctionnement de systèmes² de culture très contrastés

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006



1. Texture: 18-25% argile - 70 à 75% sables - Pente 3 à 6%

2. Systèmes de culture

- T₁** - Monoculture Coton x Travail du sol;
- T₂** - Discage léger avant Mil - SD Coton sur Mil / tous les ans
- S₁** - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + Éleusine - 2 ans, suivi de (Soja + Éleusine + Crotalaire) - 3 ans
- S₂** - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + Brachiaria r.) - 2 ans, suivi de (Sorgho ou Mais + Brachiaria r. + Cajanus) - 3 ans

* Fumure Standard moyenne annuelle = 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + oligos

Fumure Réduite moyenne annuelle = 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + oligos

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguir; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

ÉVOLUTION DES STOCKS DE CARBONE (en t/ha), APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS À BASE DE COTON, SUR UN SOL¹ FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

Fumure Standard moyenne annuelle = 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + oligos

T₁ - Monoculture Coton x Travail du sol;

T₂ - Discage léger avant Mil - SD Coton sur Mil / tous les ans

S₁ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + Éleusine - 2 ans, suivi de (Soja + Éleusine + Crotalaire) - 3 ans

S₂ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + Brachiaria r.) - 2 ans, suivi de (Sorgho ou Maïs + Brachiaria r. + Cajanus) - 3 ans

S₃ - SD Coton "Safrinha" dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + Brach. r.) - 2 ans, suivi de (Sorgho ou Maïs + Brach. r. + Cajanus) - 3 ans

Tifton SCV - SD Coton tous les ans sur couverture vivante de Cynodon d.

Arachis SCV - SD Coton tous les ans sur couverture vivante de Arachis p.

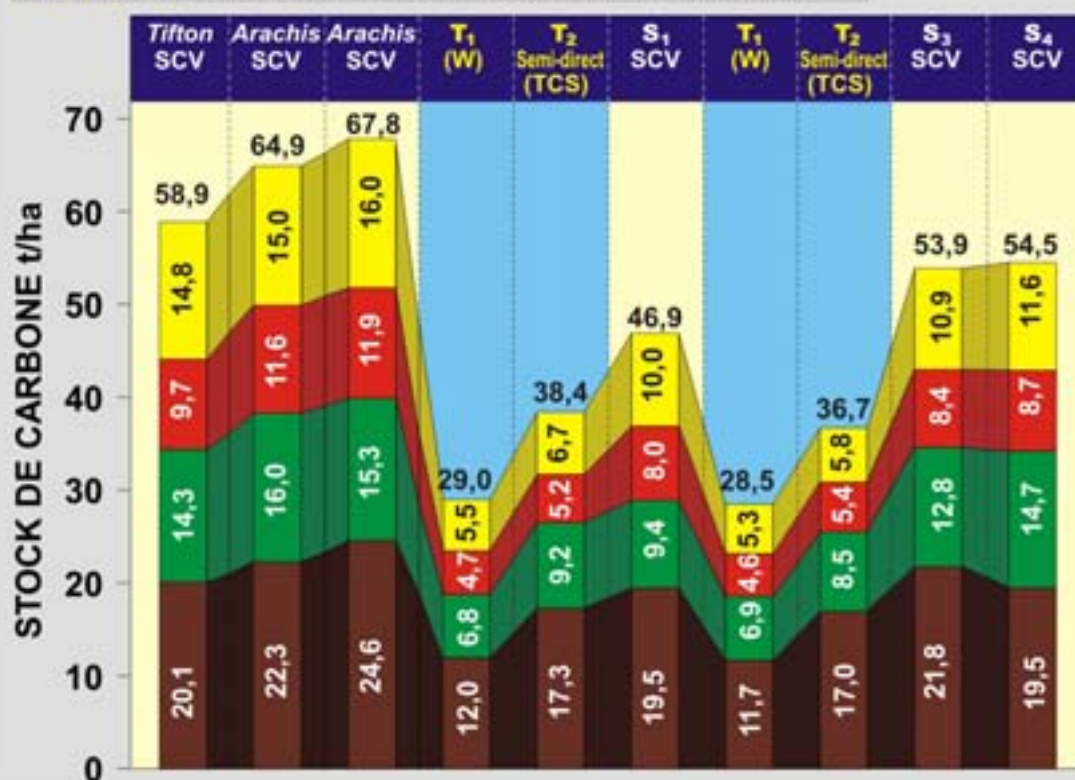
Horizon (cm)

0 - 5

5 - 10

10 - 20

20 - 40



(*) Les traitements systèmes T₁, T₂ sont répétés 2 fois; ils représentent les témoins de référence qui encadrent les autres traitements systèmes sur chaque niveau de fumure - le stock de carbone a été évalué sur 3 répétitions/parcelle élémentaire

Texture moyenne = 19 à 27% argile; 70 à 76% de sables, 4 à 5% de limons

Teneur initiale moyenne en M. O. dans l'horizon 0 - 15 cm, avant expérimentation: 1,50% (CV = 4,1%)

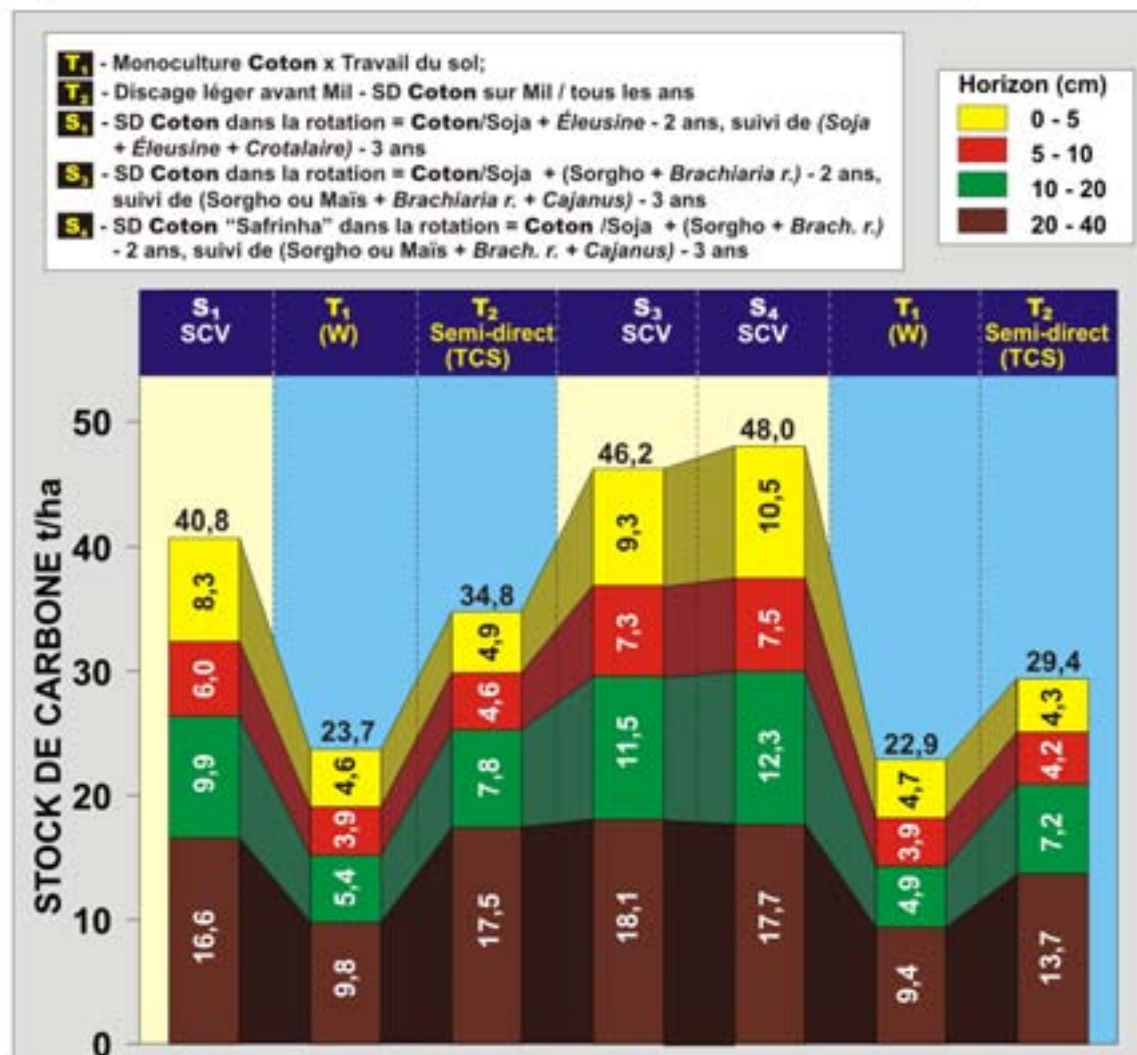
SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Equipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségu; S. Bouzinac

COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

ÉVOLUTION DES STOCKS DE CARBONE (en t/ha), APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS À BASE DE COTON, SUR UN SOL FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

Fumure Réduite moyenne annuelle = 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + oligos



(*) Les traitements systèmes T₁, T₂ sont répétés 2 fois; ils représentent les témoins de référence qui encadrent les autres traitements systèmes sur chaque niveau de fumure - le stock de carbone a été évalué sur 3 répétitions/parcelle élémentaire

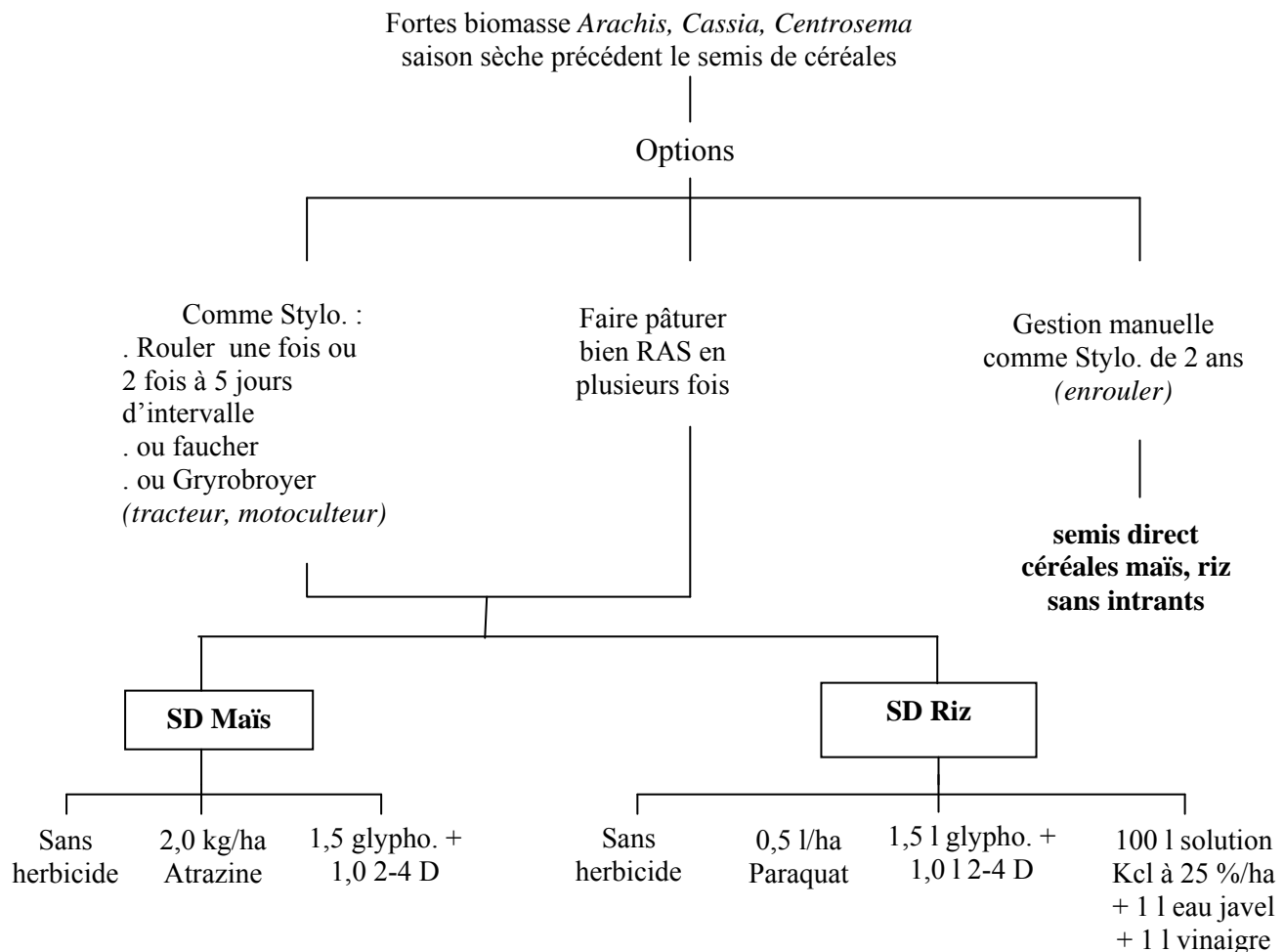
Texture moyenne = 19 à 27% argile; 70 à 76% de sables, 4 à 5% de limons

Teneur initiale moyenne en M. O. dans l'horizon 0 - 15 cm, avant expérimentation: 1,59% (CV = 7,5%)

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségué; S. Bouzinac

COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

Modes de gestion possibles aux moindres coûts et pénibilité de ces légumineuses à stolons empilés (comparer)



Ces options visent à éliminer la concurrence négative de ces légumineuses pour les céréales dans les 30-40 premiers jours, et de servir leur vocation de « banque de protéines » pour les animaux.

→ Utiliser des variétés de riz qui recouvrent rapidement le sol (*Fils de B22*, *SBT 87,88*).

→ Semer le maïs à 0.5 entre ligne (maïlaka) - 3 à 4 graines/m.

3.4.3. Ne pas surexploiter les ressources fourragères (tous opérateurs)

→ **Risque de tirer rapidement la fertilité** des sols déjà très pauvres encore plus **vers le bas** avec des espèces capables d'exploiter des sols de très faible fertilité (*genres Brachiaria*, *Stylosanthes*, *Cassia rot.*).

→ **Règle fondamentale : Restituer en nutriments**, ce qui est exporté, ce qui suppose :

- De le mesurer,
- De gérer autrement les pâturages et ressources fourragères :

. Le pâturage est moins pénalisant que les exportations systématiques → s'équiper en clôtures électriques bon marché pour gestion rationnelle du pâturage tournant (3-5 jours pâture – 25-30 jours repos + engrais dès sortie des animaux).

. Si fourrages exportés en vert → Restituer sous forme de fumure minérale de faible niveau après chaque coupe (50 à 100 kg/ha 11-22-16).

3.4.4. Mieux gérer les pailles de riz en Tanety dans les SCV (tous opérateurs)

- . Les pailles font l'objet, après la récolte de nombreuses manipulations, transports.
- . Le paillage des champs est souvent très hétérogène sur la culture de haricot en succession du riz.

→ Comparer récolte riz traditionnelle avec cueillette manuelle des seules panicules ; la paille laissée ainsi sur pied, est ensuite roulée au rouleau à cornières pour recevoir le semis direct de haricot.

3.5. Mieux gérer les intrants en culture mécanisée sur les Baibohos (sols à très fortes potentialités) SD MAD

Objectifs → baisser les coûts de production

→ Bien tirer partie des fortes biomasses de légumineuses de contre saison :

. Exceptée la production de semences de riz qui demande des semis plus tardifs pour récolter en sec, lorsque des cycles courts sont utilisés (SBT 68, 69, 70, 239 « Fils de B22 »), semer le plus tôt possible à l'entrée de la saison des pluies en utilisant des variétés à cycle moyen (SBT 231, 93, 175, 265, 26, 281, 87, 88, 48, 63 ou 67), la couverture du sol est alors parfaite pour bien contrôler les adventices, réduire les coûts d'entretien (sarclages, herbicides).

→ Rouleaux sur biomasse → économiser 50 % du glyphosate + 2-4D : 1,5 l/ha glypho + 1,0 2-4D,

→ Si sol incomplètement couvert → Ronstar (4l/ha p.c.)

→ 15-20 JAS, 0,8 l/ha de Basagran sur cypéracées si nécessaires,

→ **Apporter toute dose N, vers 20 JAS** pour couvrir le sol le plus vite possible (éliminer les sarclages ou herbicides ultérieurs) et faciliter le tallage, **aussi bien sur les cycles courts que sur les cycles moyens.**

→ Essayer de « démembrer » la fumure minérale : n'apporter que N et P sur les Baibohos (économiser K).

→ Apporter N de manière **uniforme** (gain de rendement de plus de 500 kg/ha) avec **vicon** ou/et **petits semoirs manuels centrifuges.**

3.6 - Mieux exploiter le potentiel sécurisé des rizières avec maîtrise de l'eau → SCV diversifiés, ratooning, système Fukuoka (Lac, Moyen Ouest, Hauts-Plateaux)

- Un fait remarquable → Les systèmes riz SCV sur Baibohos produisent beaucoup plus en conditions pluviales que les rizières avec maîtrise de l'eau... avec des coûts beaucoup plus bas, d'énormes économies de main d'œuvre et des productions plus diversifiées.
- Il faut donc augmenter la productivité des rizières avec maîtrise de l'eau (PC15, 23 du Lac) :

→ SCV diversifiés en rizières :

- Semis légumineuses de contre-saison en fin de cycle riz + drainage (*vesce, dolique ; les mêmes + haricots, maraîchers*).
- **Repiquage**, sans travail du sol l'année suivante (*mise en eau précoce pour ramolir le sol et contrôler naturellement les légumineuses de contre-saison*) en utilisant des variétés à fort potentiel (*Mihary, Dombolo, Angome, Angoto, SBT 41, 65, 231, 93, 265, 26, 87, 88, 175, 281, 48, 63 ou 67*), ou **semis direct** dans la biomasse de légumineuse de contre-saison contrôlée par une lame d'eau quelques jours ; drainer et semer en poquets (*manuel, roue semeuse*) sur sol humide

→ Construire le système Fukuoka, qui permet de produire du riz bio. (cf. rapport L. Ségué 2008) ; en cours actuellement sur les Hauts Plateaux.

(*) Attention → Il est vivement conseillé de consulter les résultats obtenus après 8 ans d'expérimentation d'accompagnement en riziculture aquatique au Lac Alaotra, entre 1980 et 1989 (C. Féau) qui réunit de nombreuses recommandations très pertinentes sur la fumure du riz irrigué en fonction des types de sols, l'utilisation bien maîtrisée des herbicides dont le Ronstar (Oxadiazon → 2,5 l P.C./ha en rizières juste avant ou après repiquage.. depuis + de 20 ans !! (cf. annexes).

→ Utiliser les « ratooning » comme source de production rapide additionnelle (55 à 65 jours de cycle après la récolte principale). Pour ce faire :

- **Identifier les variétés qui ont le meilleur potentiel⁵ de ratooning** → à la récolte des collections testées dans tous les milieux (*Tanety, Baibohos, RMME, RBME*), **appliquer diverses doses croissantes de N/ha sur chaque variété, le jour même de la récolte : 25,50,100 kg/ha urée.**

• SBT 281 présente un bon potentiel de ratooning ; les cultivars Fedarroz 50, AC 25- 28, 25-23 également (40 à 50 % de la récolte principale !).

• Potentiel de ratooning x doses N/ha le jour de la récolte, à faire donc dès maintenant sur collections SBT, variétés locales (*x 265, Mihary, etc...*) « Fils de B22 » (*collection William + collection Roger*), les meilleures nouvelles lignées fixées d'altitude (*Ibity, ferme*).

⁵ Intéressant pour la recherche → déterminisme génétique du potentiel ratooning et exploitation en sélection

Cette aptitude variétale au ratooning doit être également exploitée dans les RMME.

3.7 - Mieux exploiter aussi l'énorme potentiel des RMME

→ **Lac Alaotra**

. A partir **des systèmes SCV : Riz + légumineuses de contre saison (*dolique, Stylo.*)** ; le *Stylo.* est à essayer même lorsqu'il reste un peu d'eau libre en surface dans la rizière, dès que les riz ont épié (*pénétration de la lumière*).

. Sur les sols les mieux drainés et les moins tourbeux, les 2 *Desmodium* pourraient également être testés à la volée dès que l'eau libre a disparu ; **le *Sesbania local* y trouvera également sa place** ; des mélanges d'espèces : *Stylo* + *Desmo.* + *Sesbania* doivent être aussi expérimentés, à la volée dès l'épiaison du riz.

. Sur partie de ces sols et notamment **les plus organiques** :

- Travail de sol de fin de cycle pluvieux (*cf. rapports L. Séguy, H. Charpentier, des années précédentes*).
- Confection de planches (*drainage efficace*) → écobuage avec balles de riz → Pomme de terre et maraîchers sur écobuage ; l'année suivante riz SBT (88, 89, 239, 231, 93, 172, 70, 265, 281, 1, 28, 175), en semis direct sur planches + oxadiazon (4 l/ha Ronstar) + 0,8 l Basagran 15 JAS + urée (100 kg/ha)=20 JAS.

. **Exploiter aussi en RMME**, le potentiel ratooning après choix des meilleures variétés pour cette capacité (*x doses N*).

3.8 - Créer des filières de production BIO → Riz + maraîchers

(**Lac, Moyen Ouest**)

. **La production Bio** de riz et maraîchers est aujourd'hui à notre portée sur les Baibohos (*Lac*), sols riches de Tanety sur roches basiques, rizières hautes, sols de Tanety régénérés en SCV → **Productions à haute valeur ajoutée : Riz aromatiques SBT, maraîchers.**

. Cette production Bio peut être pratiquée à partir des itinéraires techniques SCV suivants :

- Forte biomasse de *Stylo. Arachis, Centrosema p.*,
- Contrôle naturel de la biomasse → enrouler manuel, ou pâture, ou roulage (*ou broyage*) + solution KCl à 25 % pour dessécher,
- Semis direct riz sur couverture desséchée → Choisir variétés riz à recouvrement rapide du sol (+/- 30 JAS), telles que SBT 172, 265, 154, 1, 28. Sur maïs → variétés Maïlaka, CIRAD 412 → semis direct à 0,5 m d'espacement entre lignes, 4 graines/m (2 poquets de 2 graines) ; les semences des céréales seront traitées au métarrhizium an. + produits bio Elvisem : SS₃ + insect plus (*Rotenone + neem + extrait Pyrolyse de bois*).
- En cas d'attaques de ravageurs (*borers, chenilles défoliatrices*)
→ Utiliser produits Elvisem autorisés en bio : insect plus, bouillie sulfocalcique (*qui déloge les borers*).

• Cette même production Bio peut être obtenue en SCV, après haricot tomate + vesce, haricot tomate + dolique de contre saison, soit de très fortes biomasses → les rouler avant semis direct + solution Kcl 25 % si nécessaire, ensuite idem ci-dessus. Les cultures maraîchères en succession du riz, implantées en semis direct dans la paille riz, seront également conduites en Bio. : haricot, pois, tomate associés à vesce ou dolique (*produits Elvisem autorisée en bio. + fumier*) en contre saison.

3.9 - ... **et aussi, sans oublier** → **Renforcer le potentiel de production de biomasse sur sols ferrallitiques dégradés des Tanety (toutes régions), pour l'élevage**

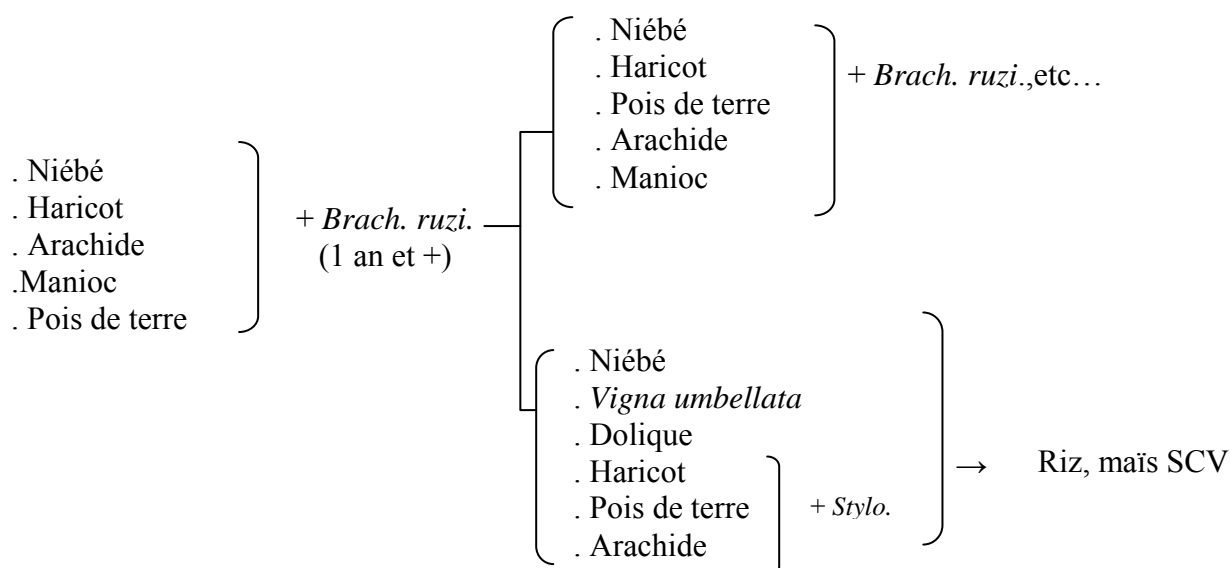
• Dans la stratégie de gestion des exploitations avec bas niveau d'intrants sur sols très pauvres, des cultures alimentaires de base **moins exigeantes que les céréales** peuvent prendre une place importante dans les assolements en SCV.

Ces options SCV sont données en rappel (*cf. rapports L. Séguy, H. Charpentier, des années précédentes*).

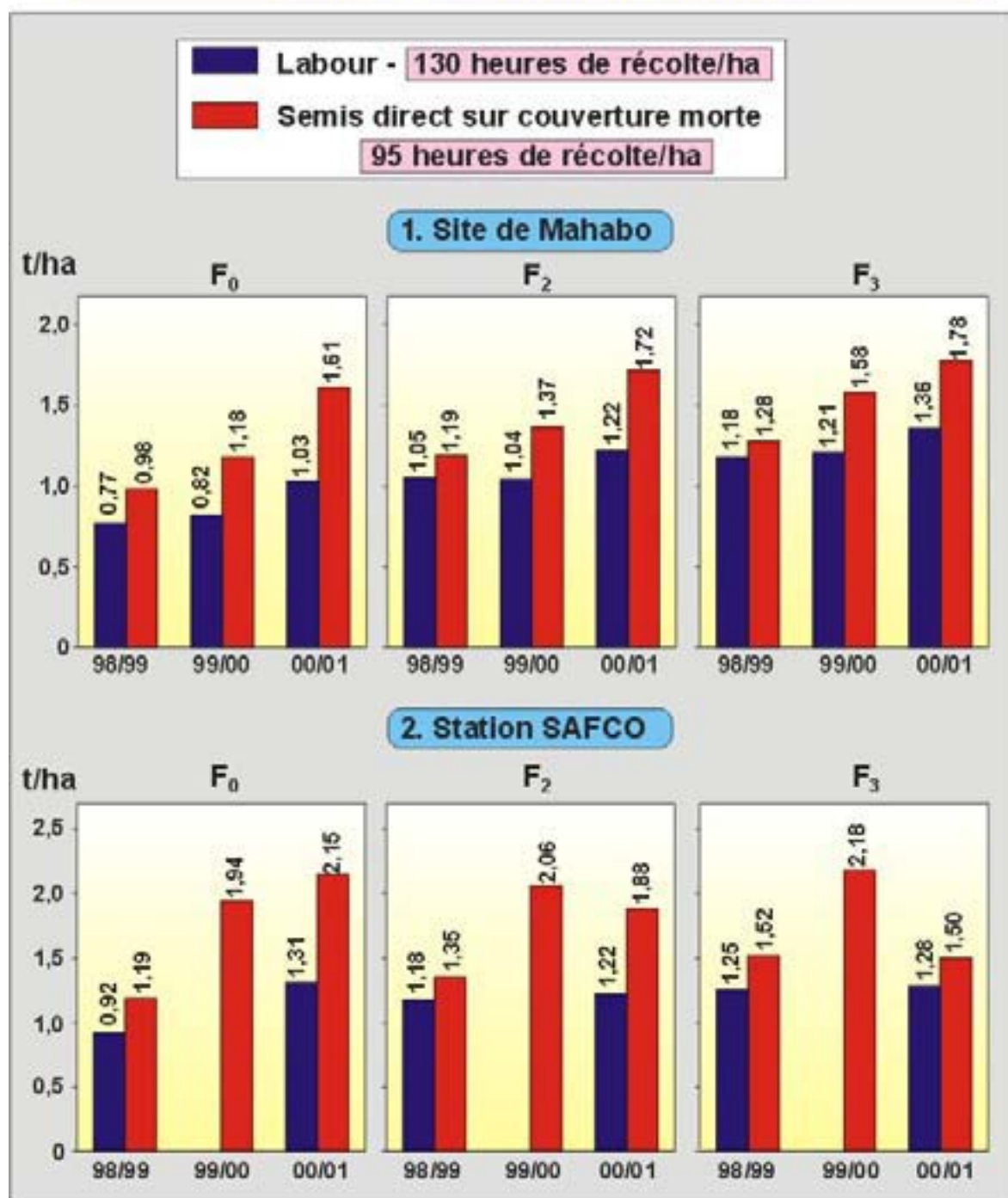
1/ SCV avec Stylo.

- . *Vigna ung.* (niébé)
 - . *Vigna umbellata*
 - . Dolique
- Riz pluvial et maïs
- . Haricot (+ fumier)
 - . Arachide
 - . Pois de terre
- + *Stylo.* → Maïs + *Stylo.* (*maintenu vivant*)
- . Manioc + *Stylo.* → Riz, maïs (*mulch Stylo.*)

2/ SCV avec *Brachiaria ruzi.* qui peuvent entrer en rotation avec les précédents à base de *Stylo.* dans l'assolement



RENDEMENTS EN GRAINS DE L'ARACHIDE (*en t/ha*) SUR 2 SITES DE MORONDAVA



F₀ = Sans engrais F₂ = 28N + 69P₂O₅ + 36K₂O/ha F₃ = F₂ + 5 t/ha Fumier

SOURCE: H. Charpentier, ONG TAFE, SAFCO, CIRAD-CA - Antananarivo, 2002

3/ Riz cycle court (« Fils de B22 », à grande paille) associés à *Brach. ruzi.* et *Stylo.*
→ **des ressources fourragères précieuses en saison sèche.**

. Riz cycle court (« Fils de B22 ») sur labour (*année 1*) + oxadiazon, 0,40 m entre lignes, fumure forte → 400 kg/ha à 500 kg/ha 11.22.16 → **ce niveau de fumure pour assurer à la fois : fortes productivité riz et fourrage en saison sèche (2 production annuelles).**

. 20 JAS → semis entre lignes riz

[-de *Brach. ruz.* (10 kg/ha) → 1 parcelle
-de *Stylo.* (4 kg/ha) → 1 parcelle
-ou lignes alternées de ***Brach.* et *Stylo.*** dans même parcelle

. 100 kg/ha urée à 30 JAS

Ces systèmes SCV associant g raminées et/ou légumineuses fourragères avec un riz de cycle court sem é le plus tôt possible, perm étent de produire de très importantes ressources fourragères (*sucres + protéines*) en **saison sèche.**

. C'est sur ces parcelles, qui il faut mettre le pâturage tournant de saison sèche au point, avec restitution des exportations de nutrim ents à cha que sortie des anim aux (50 kg/ha 11-22-16) → Pâturage géré avec **clôture électrique** (*matériel bon marché*).

(*) *Ces techniques doivent maintenant passer dans les mœurs pour gérer la fertilité des sols au moindre coût (régénération fertilité sous culture SCV, augmentation durable de la production).*

4 - CONCLUSIONS

• On peut affirmer aujourd'hui, que les SCV sont maintenant ancrés solidement dans le paysage et dans les mœurs : les expériences SCV pérennisées avec succès par BRL au Lac, Fafiala au Moyen Ouest, depuis plus de 5 ans, en sont des exemples démonstratifs dans des régions différentes... de même l'accroissement rapide des surfaces confirme une tendance d'adoption SCV en forte croissance au Lac et dans le Moyen Ouest qui peut être reproduit dans la Région de Soavina très rapidement (*homologie pédoclimatique avec le Moyen Ouest*).

• Le succès de la diffusion SCV est toujours conditionné par un ensemble de conditions indissociables :

- Equipes d'opérateurs bien formées, dynamiques et motivées (*ex. : Fafiala, BRL*),
- Scénarios SCV peu nombreux construits sur des messages techniques simples, bien maîtrisés par les opérateurs, (*ex : SCV sur Stylo., SCV Riz + Vesce, Dolique, sur Baibohos, RMME, etc...*),
- SCV diffusés dans le cadre de projets (*BV-Lac, BV-PI*) dont les financements et la direction sont pérennisés sur plus de 5 ans : comme pour l'adoption-appropriation SCV par les agriculteurs qui s'inscrit nécessairement dans la durée (*effectif de diffusion qualifié, limité*) cette pérennisation des financements et pilotage (*stratégies*) sont essentiels pour assurer la continuité nécessaire à l'intégration optimisée de toutes les composantes de la diffusion : formations pluridisciplinaires et multi-publics, harmonisation des actions entre opérateurs, **recherche d'accompagnement efficace**, production de semences non limitante, organisation du crédit, des facteurs de production en général et de la commercialisation des productions, etc...

• La pérennisation des SCV, le « non retour en arrière » dépend et dépendra dans un proche avenir de :

- Notre capacité d'innovation pour améliorer encore les SCV performants, avec un minimum d'intrants chimiques, des SCV Bio sur des productions à haute valeur ajoutée (*riz aromatiques, maraîchers*),
- Notre attitude responsable en matière de gestion de la fertilité qui doit faire prendre conscience à tous les acteurs et autorités que l'on ne peut exploiter indéfiniment les ressources naturelles (*déjà souvent très dégradées*) sans jamais rien restituer ; Ce type de miracle n'existe pas, n'est que pure illusion, mais entretenue par le fait que les SCV permettent de produire même sur des sols réputés incultes par la tradition en utilisant des « biomasses-relais » qui sont capables d'extraire des nutriments du sol là où les cultures en sont incapables ; cette capacité à produire de la biomasse dans des conditions pratiquement totalement limitantes pour les cultures peut tirer la fertilité du sol encore plus bas que l'état initial, si des restitutions minimales de nutriments ne sont pas systématiquement effectuées pour ramener ce que la production a exporté des parcelles (*grains, fourrages en vert, foin*) ; c'est le plus sûr gage de la durabilité.

• La « décantation-simplification » du nombre de scénarios SCV en diffusion, **va certainement faciliter la formation de masse pluri-acteurs** : il est en effet plus facile d'enseigner former sur un nombre limité de systèmes que sur un grand nombre à complexité croissante ; les effectifs en formation devraient donc augmenter fortement au service d'une diffusion en forte croissance (*« travailler plus sur les points communs que sur les différences »*).

• On ne peut qu'encourager et soutenir la formation **massive** d'équipes de diffusion SCV **malgaches**, pour assurer la pérennité et la croissance continue de ces techniques quelles que soient la situation et les épreuves socio-économiques (SCV à faible niveau d'intrants → *diffusion spontanée*).

• On peut se demander, comme les années précédentes, quelle est la meilleure stratégie pour une diffusion rapide de ces techniques SCV à Madagascar, compte tenu d'un effectif de compétences encore très (*trop*) limité :

- Poursuivre dans la stratégie de diffusion actuelle dans 6 régions à la fois,
- Ou concentrer nos moyens (GSDM + projets + opérateurs) sur 3 grandes régions d'abord : Lac, Moyen Ouest + Soavina, Hauts Plateaux ou Côte Est par exemple → creusé et concentré de formation, de proximité, de moyens... qui augmenterait les synergies, l'efficacité ?

• La formation à laquelle le GSDM accorde, à juste titre une importance déterminante et le développement de la mécanisation restent des priorités incontournables,

• Enfin, certains outils méthodologiques méritent certainement d'être développés car ils intéressent aussi bien la recherche que le développement dans la quête d'une efficacité croissante du processus de création-diffusion-formation :

- Base de données SCV,
- Indicateurs de performances multi-critères (*agronomiques, socio-économiques, environnementaux*).

Il est également très important de rappeler l'urgence qu'il y a à publier :

- Le compendium SCV complet,
- Divers articles traitant des impacts SCV sur la productivité des systèmes de culture, leur stabilité, sur les attributs physico-chimiques et biologiques de sols (*carbone, CTC, S, S/T, N, P, K, bases, oligo-E...*) ; les analyses de sols effectuées à l'UEPG de Ponta Grossa au Brésil, sont en cours d'achèvement et vont pouvoir être exploitées pour capitaliser nos résultats inédits et exceptionnels de recherche qui relient connaissances scientifiques de qualité avec résolution des problématiques de développement dans le kaleidoscope d'écologies unique au monde qu'est Madagascar, l'île rouge.

Encore grand merci à tous pour la qualité des travaux réalisés, le professionnalisme exemplaire.

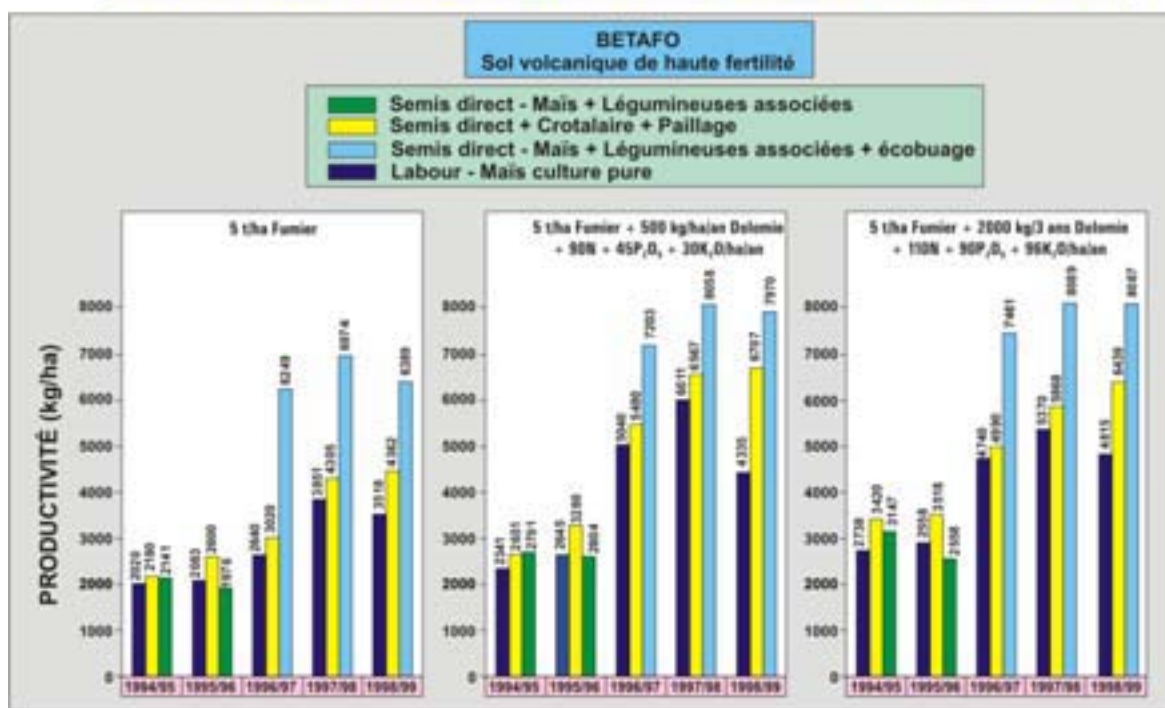
(*) *dernière minute* → *Les Desmodium repoussent la plupart des insectes ravageurs (à inclure dans dispositif évaluation des couverts pour cette fonction).*

ANNEXES

- Dossier résultats divers SCV Madagascar (*dossier ancien*)
 - Hauts Plateaux (*23 figures*) *p 79*
 - Résultats Marololo (*3 figures*) *p 96*
- Extrait rapport de synthèse de C. Féau sur la riziculture irriguée au Lac Alaotra – 1989 (*très important à consulter pour opérateurs du Lac Alaotra*) *p 99*
- Dossier recherches sur nocivité glyphosate – Dr. Yamada USP (*Université de Sao Paulo*) *p 138*
- Sélectivité ou phytotoxicité de molécules herbicides usuelles sur quelques plantes de couvertures (SCV) *p 177*

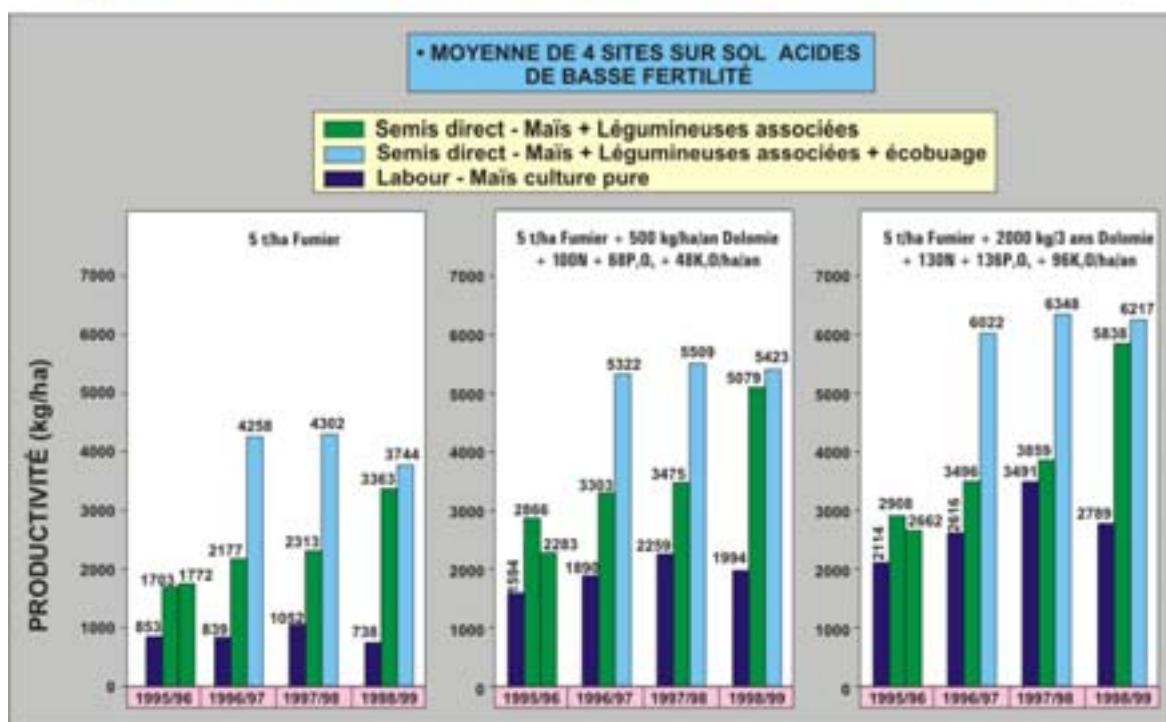
HAUTS PLATEAUX MALGACHES

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU MAÏS, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1994/99



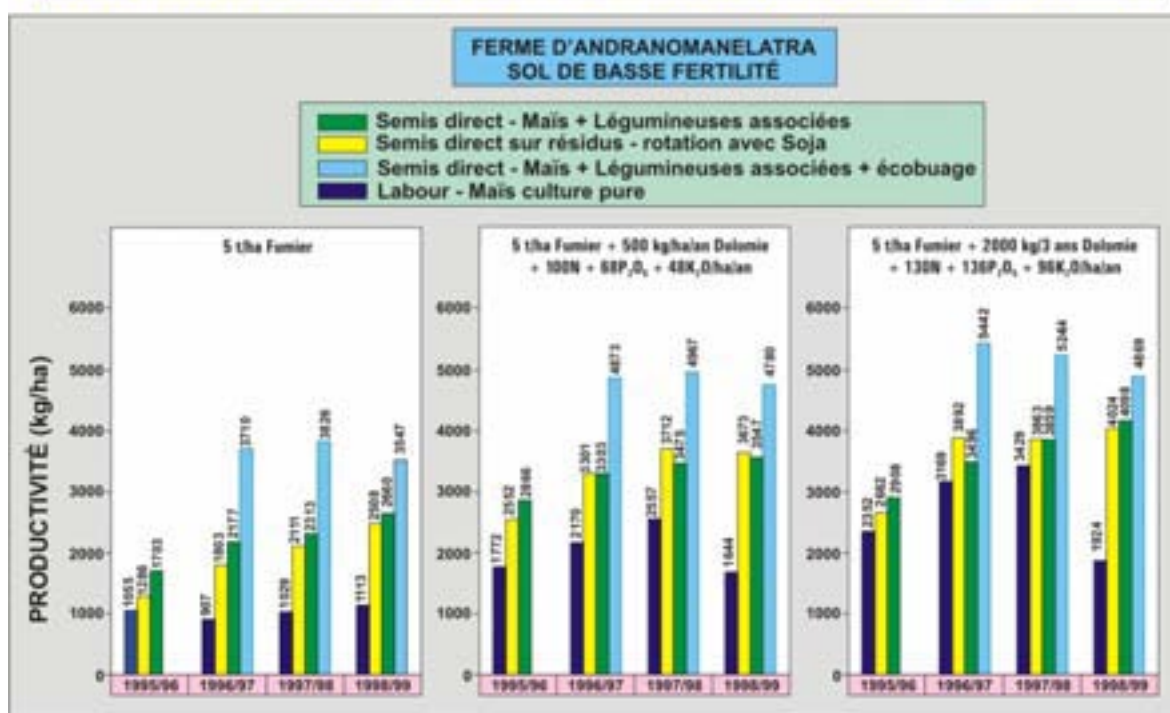
SOURCE: L. Ségué, CIRAD/GEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE MAÏS, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



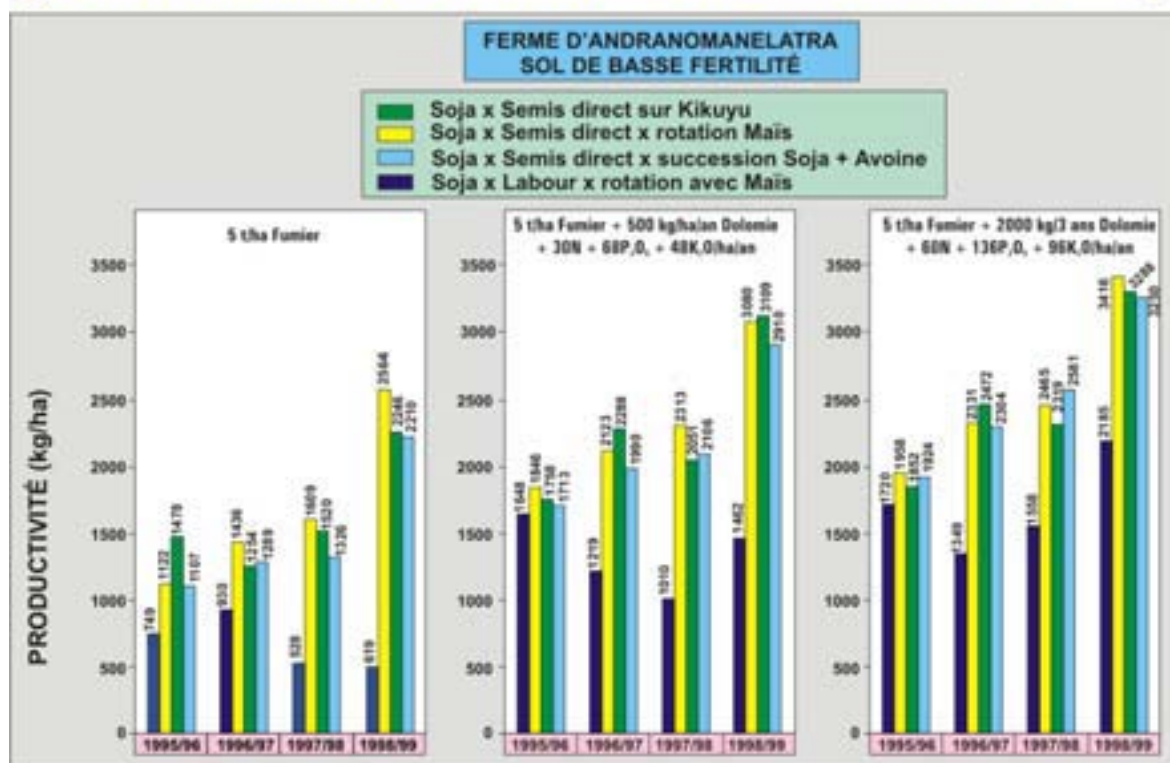
SOURCE: L. Ségué, CIRAD/GEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE MAÏS, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



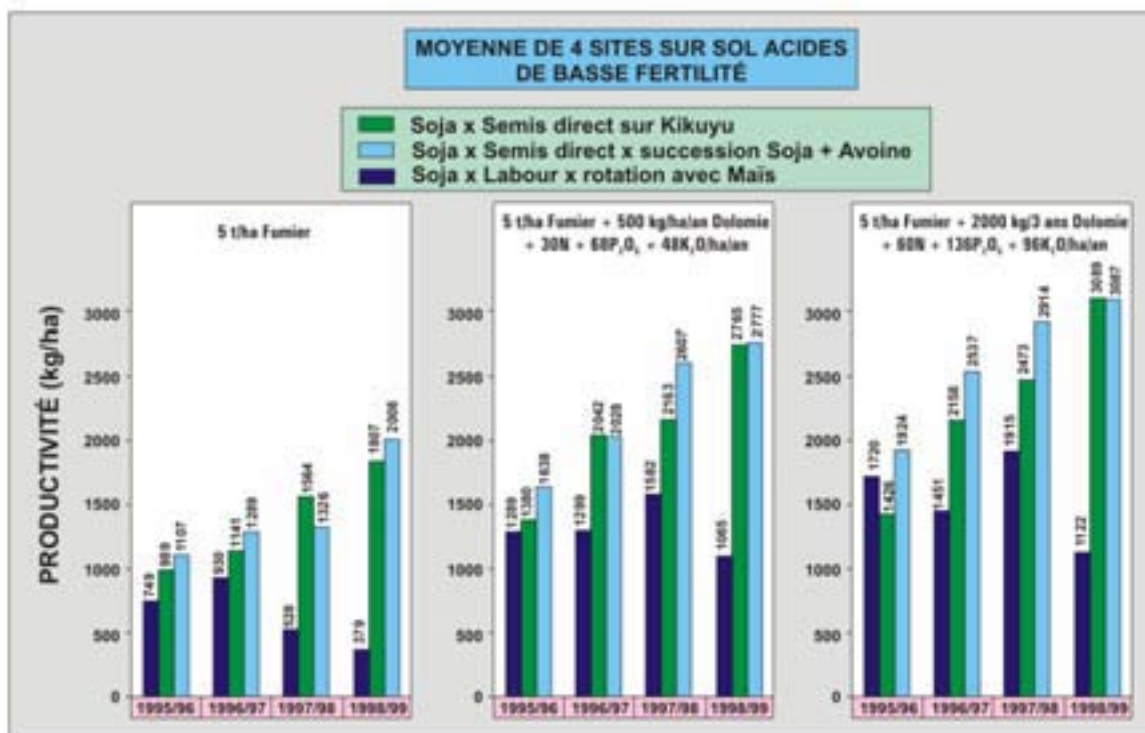
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE SOJA, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



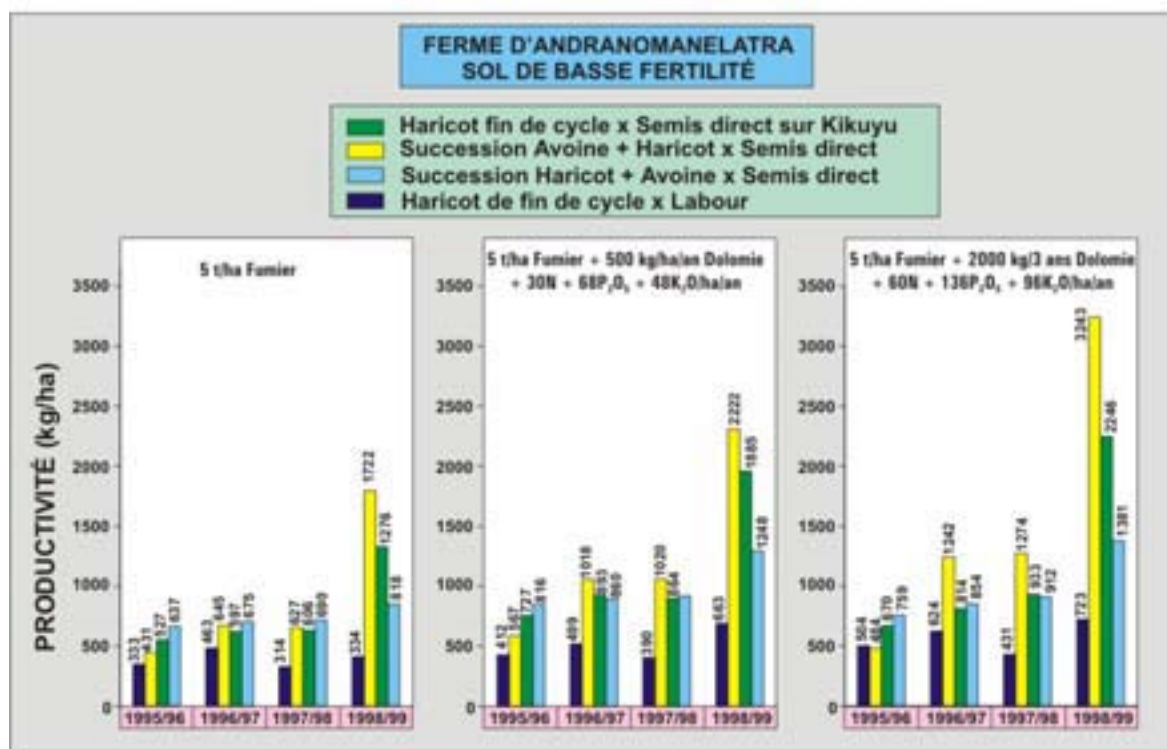
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE SOJA, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



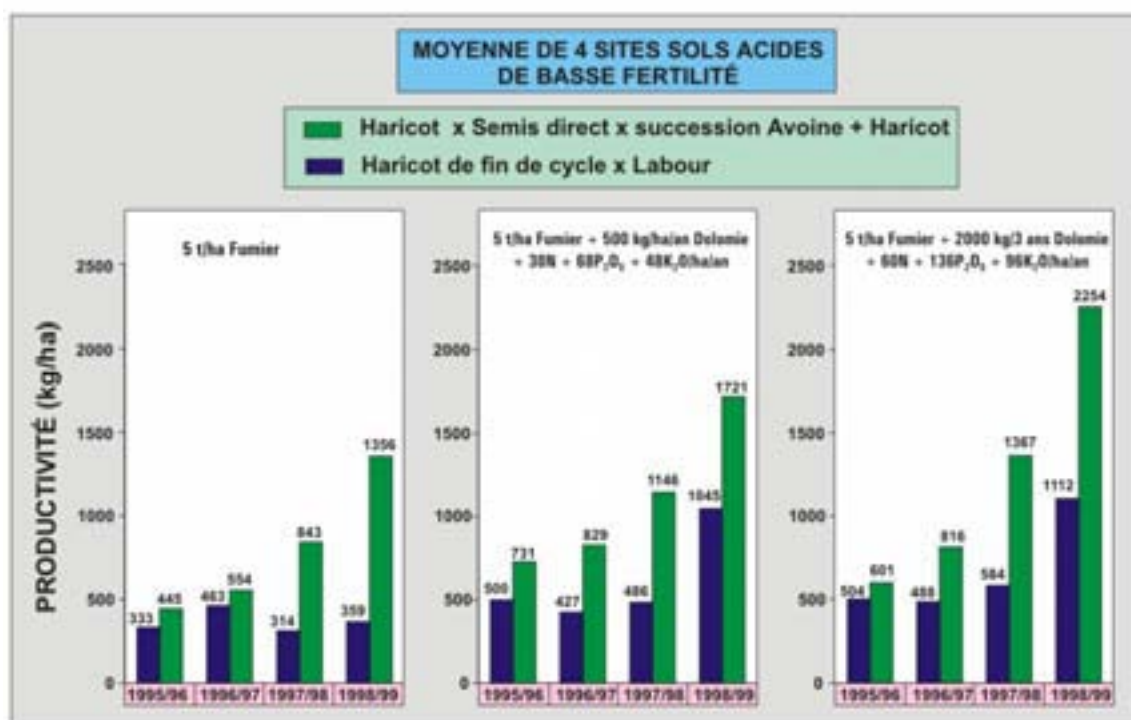
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE HARICOT, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

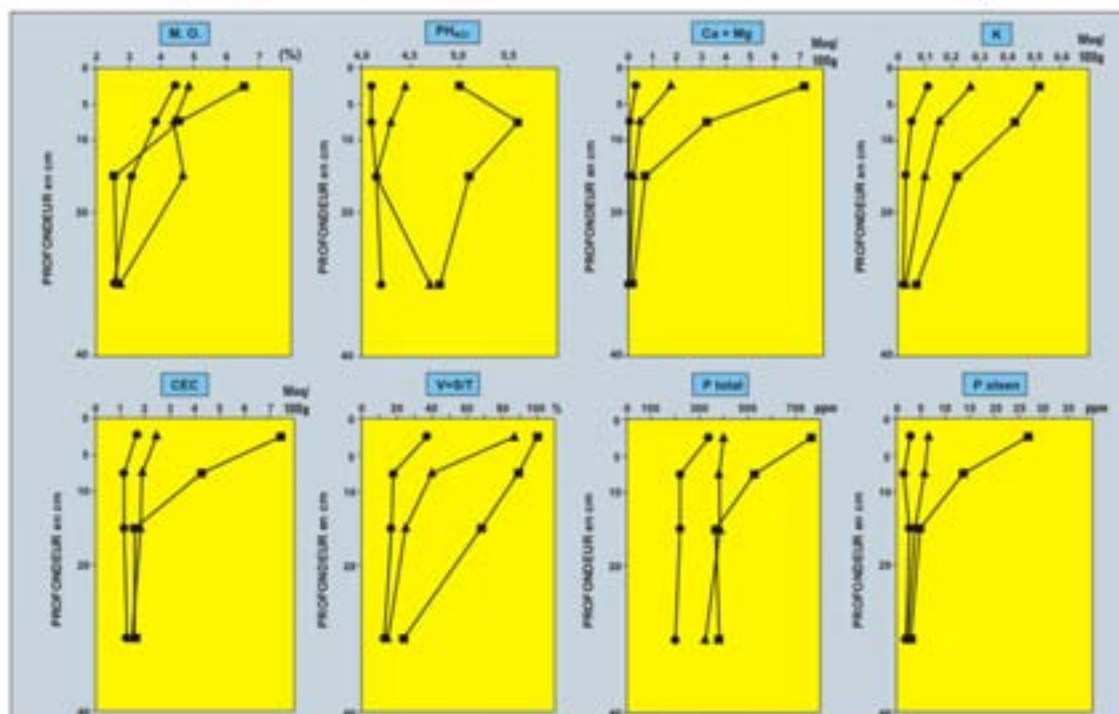
ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE HARICOT, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

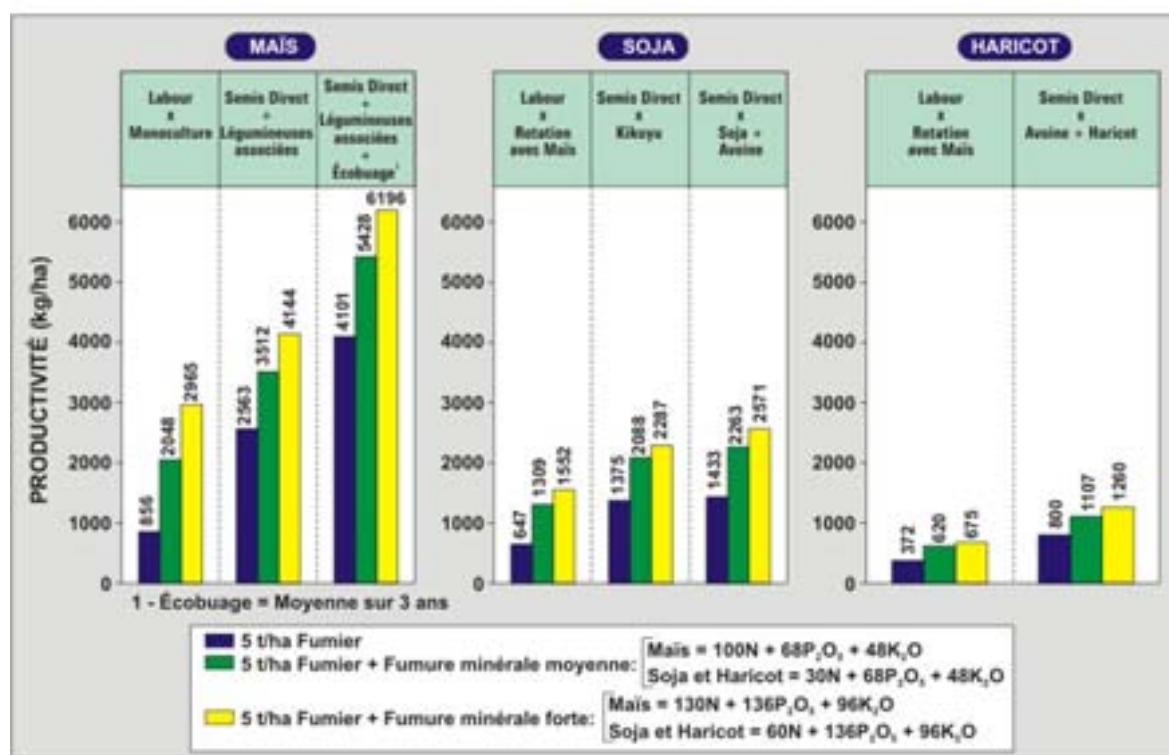
IMPACTS DES MODES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES SUR L'ÉVOLUTION DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL FERRALLITIQUE D'IBITY, DE TRÈS BASSE FERTILITÉ NATURELLE, APRÈS 5 ANS DE MISE EN CULTURE CONTINUE - Site D'ibity, hauts plateaux malgaches, 1999

- Jachère à graminées (Bozaka)
- Semis direct x Maïs associé à *Desmodium i.* x F₂ sous lignes de Maïs, sol écobué
- ▲ Semis direct x Maïs associé à *Desmodium i.* x F₂ entre lignes de Maïs, sol non écobué



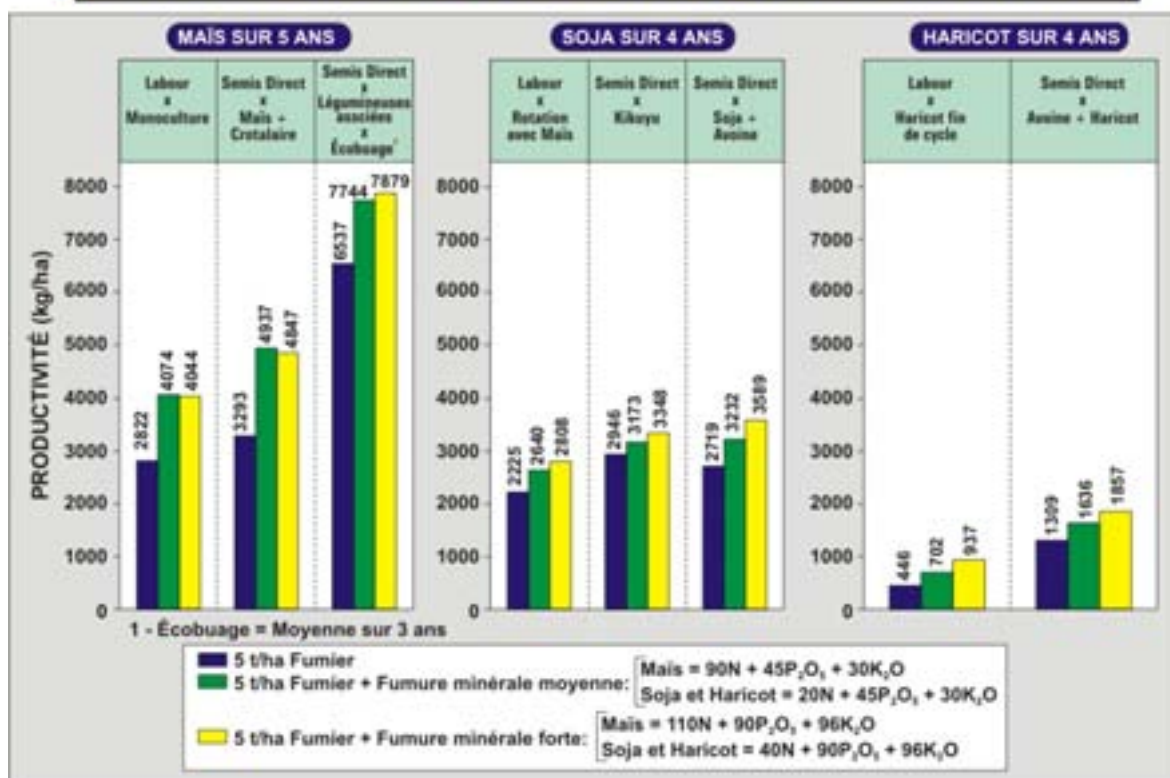
SOURCE: L. Seguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

PRODUCTIVITÉ MOYENNE SUR 4 ANS, DES CULTURES DE MAÏS, SOJA ET HARICOT, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE SUR 4 SITES REPRÉSENTATIFS - Sols ferrallitiques de basse fertilité des hauts plateaux malgaches - Antsirabé - 1995/99

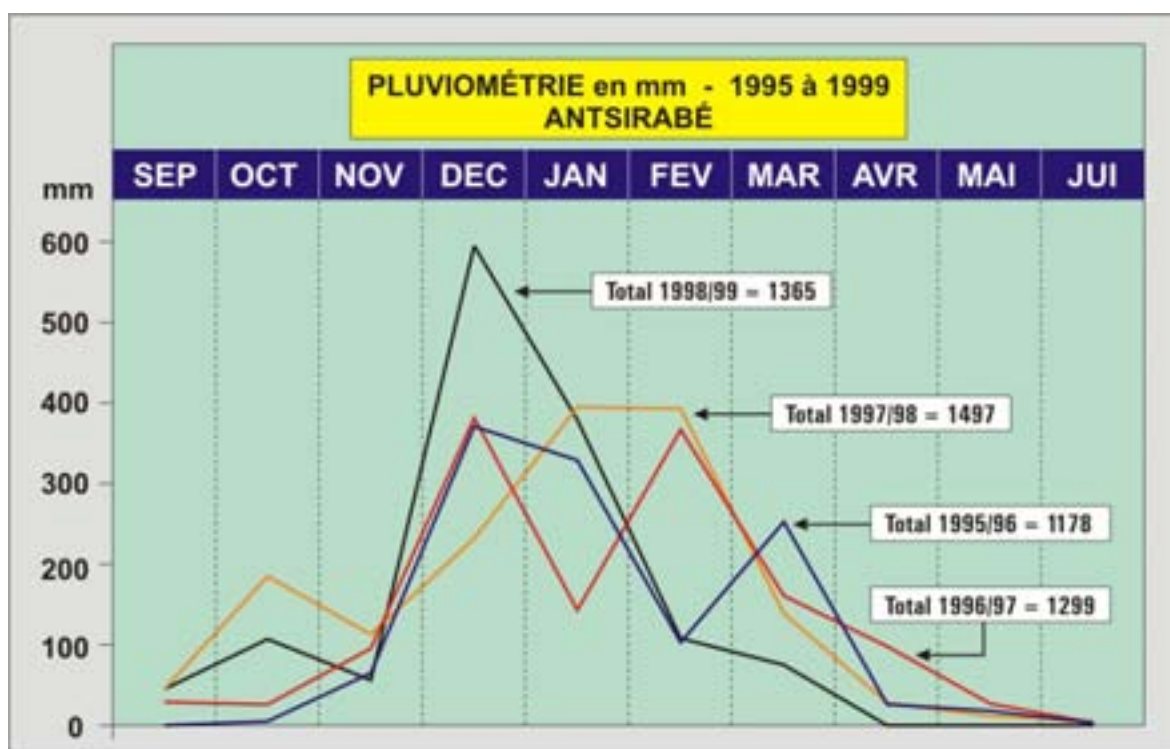


SOURCE: L. Ségué, CIRAD/IGEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

PRODUCTIVITÉ MOYENNE , DES CULTURES DE MAÏS, SOJA ET HARICOT, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE -
Sol volcanique de haute fertilité des hauts plateaux malgaches - Betafo - 1995/99

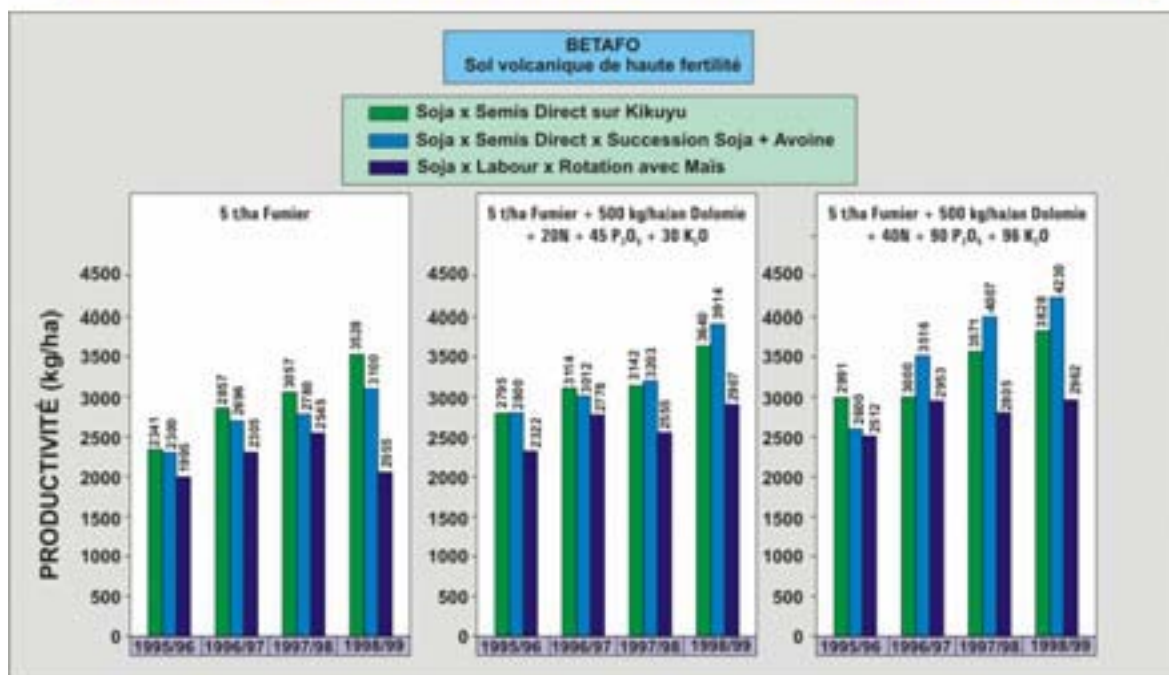


SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999



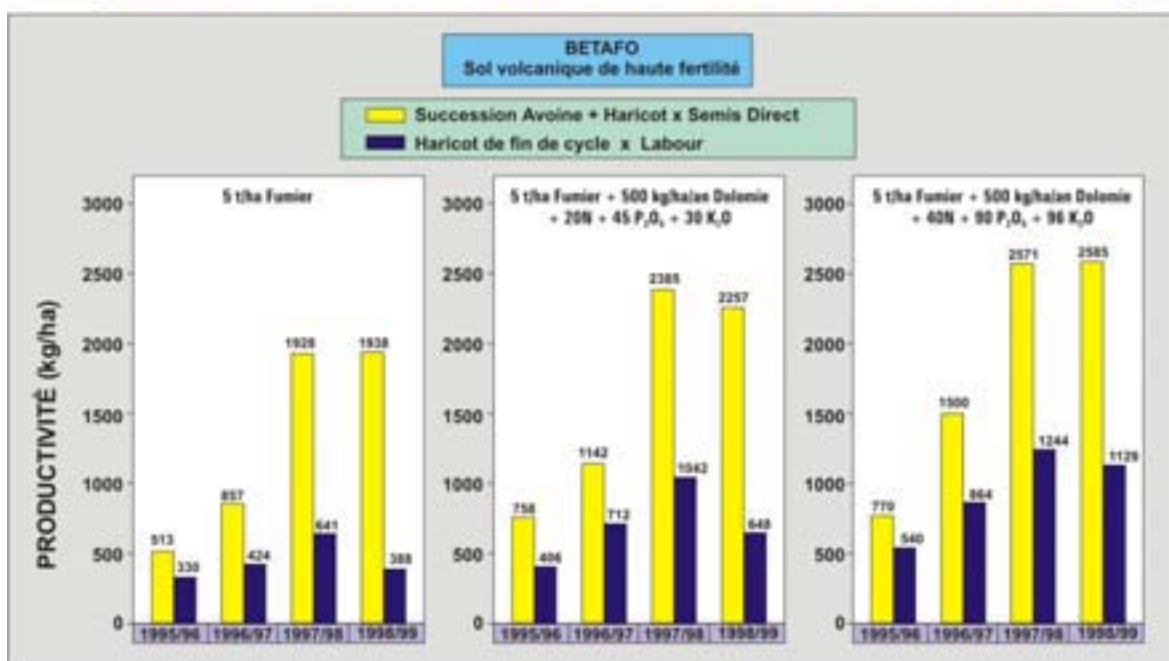
SOURCE: ONG TAFE, Antsirabé, 1995/99

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU SOJA, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



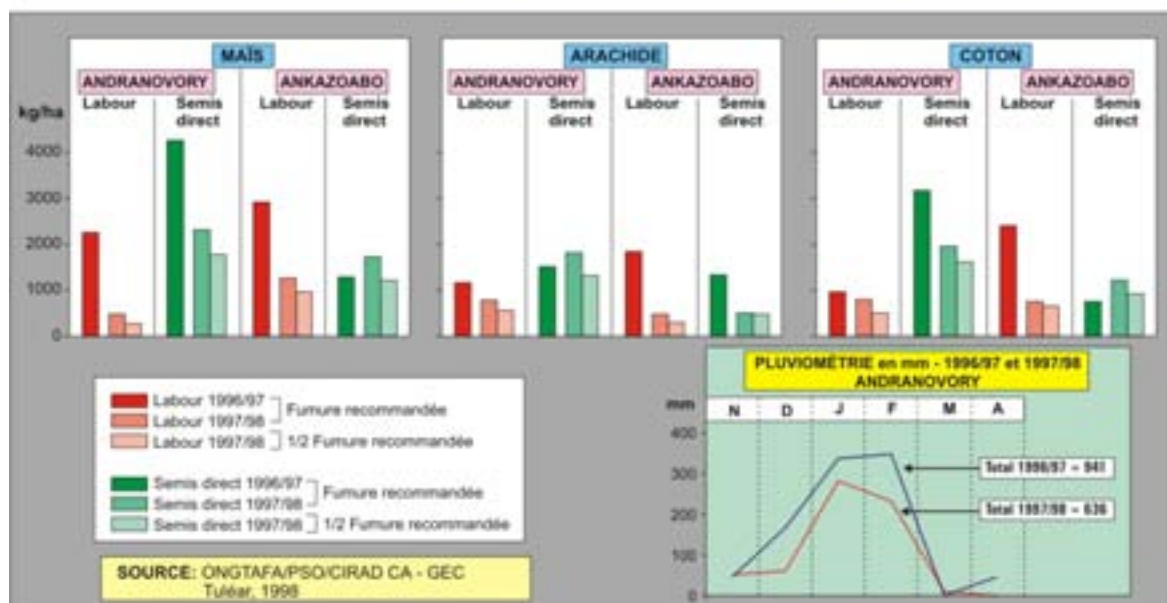
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU HARICOT, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



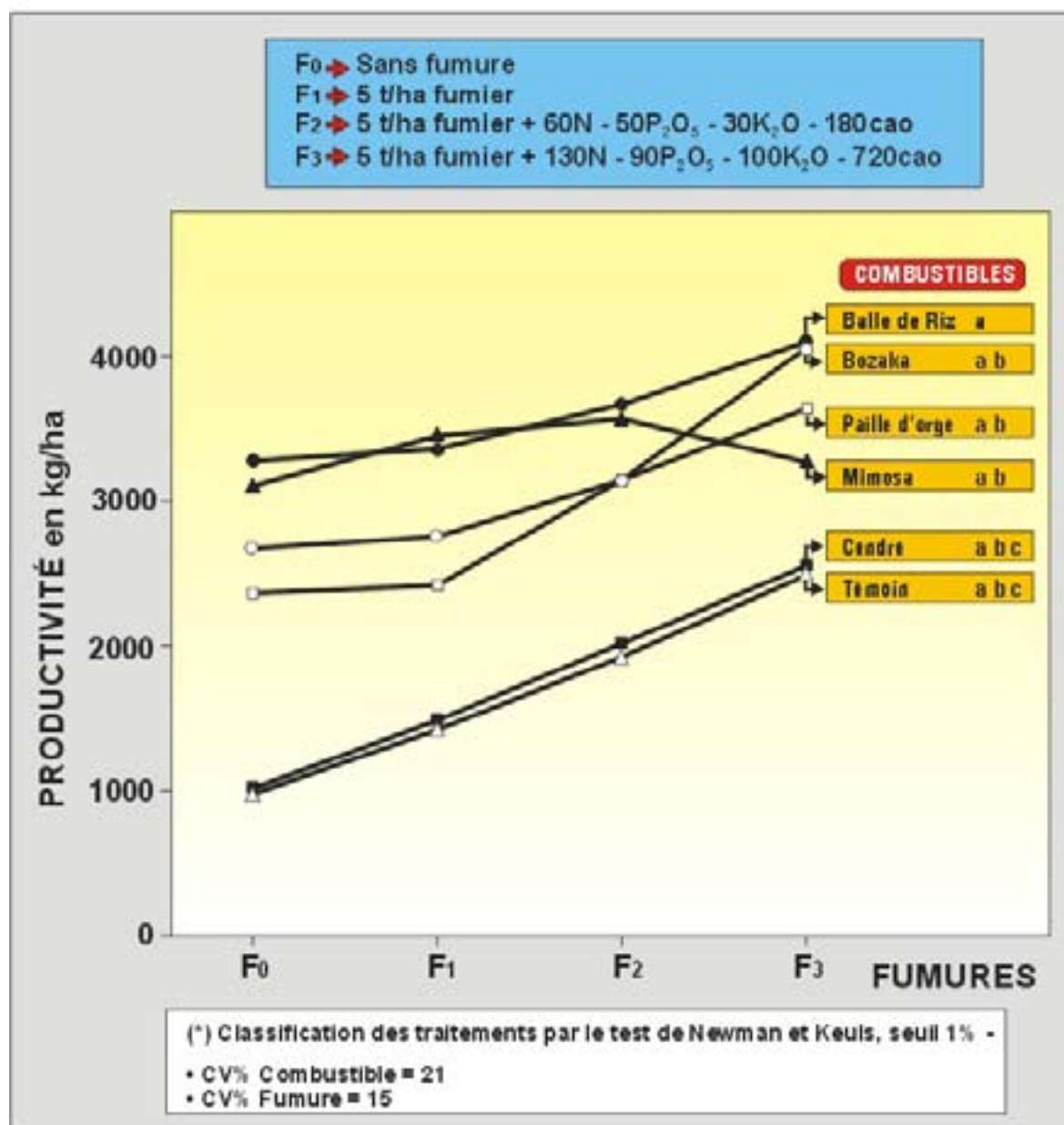
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES EN ROTATION, AVEC LABOUR ET SEMIS DIRECT, DANS DEUX CONDITIONS PÉDOCLIMATIQUES CONTRASTÉES DU SUD OUEST DE MADAGASCAR - Sites de Andranovory et Ankazoabo - 1996/98



INFLUENCE DE LA NATURE DU COMBUSTIBLE UTILISÉ POUR L'ÉCOBUAGE SUR LE RENDEMENT DU RIZ PLUVIAL, EN SOL VOLCANIQUE

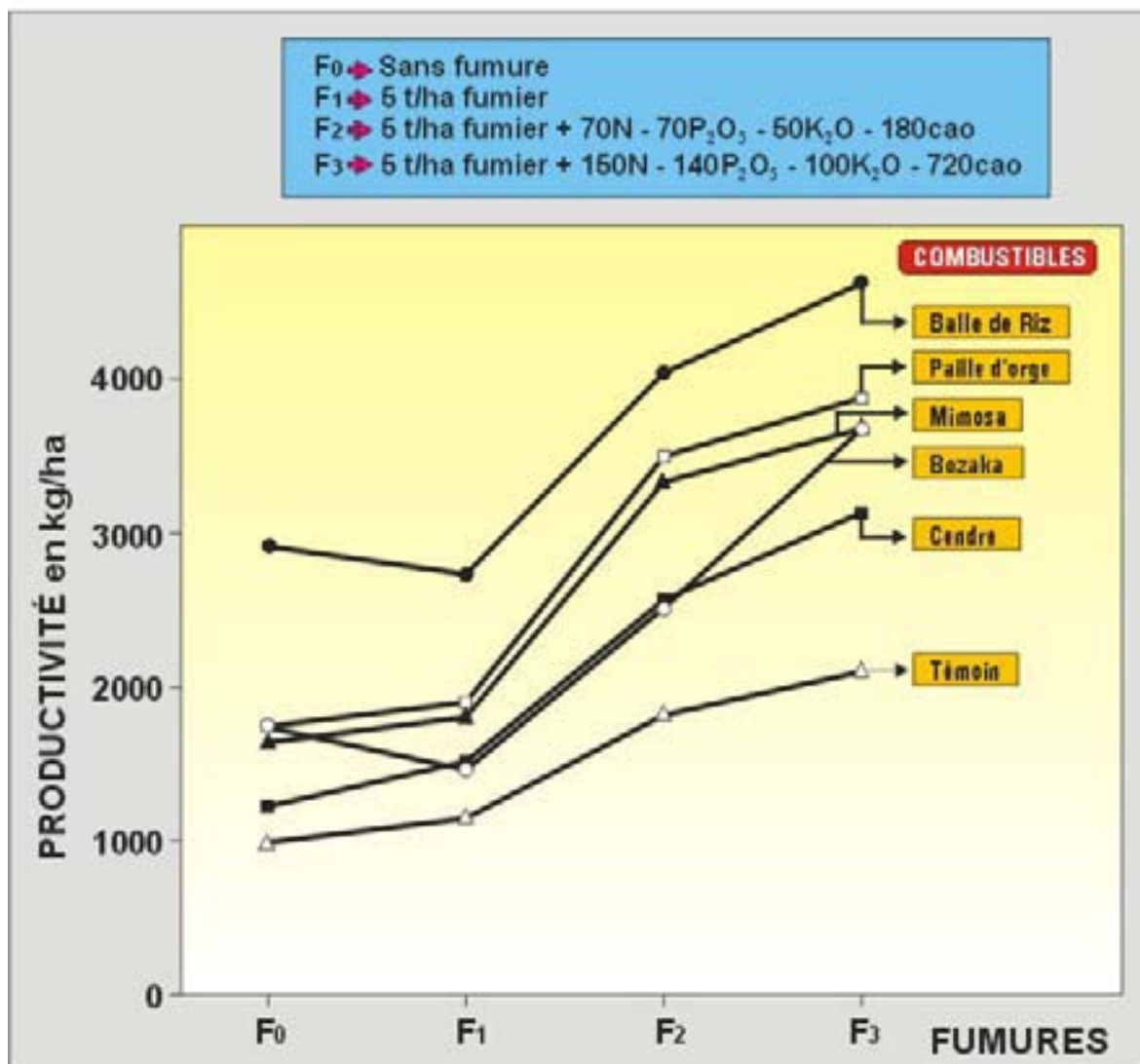
- Site de Betafo -



SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFI -

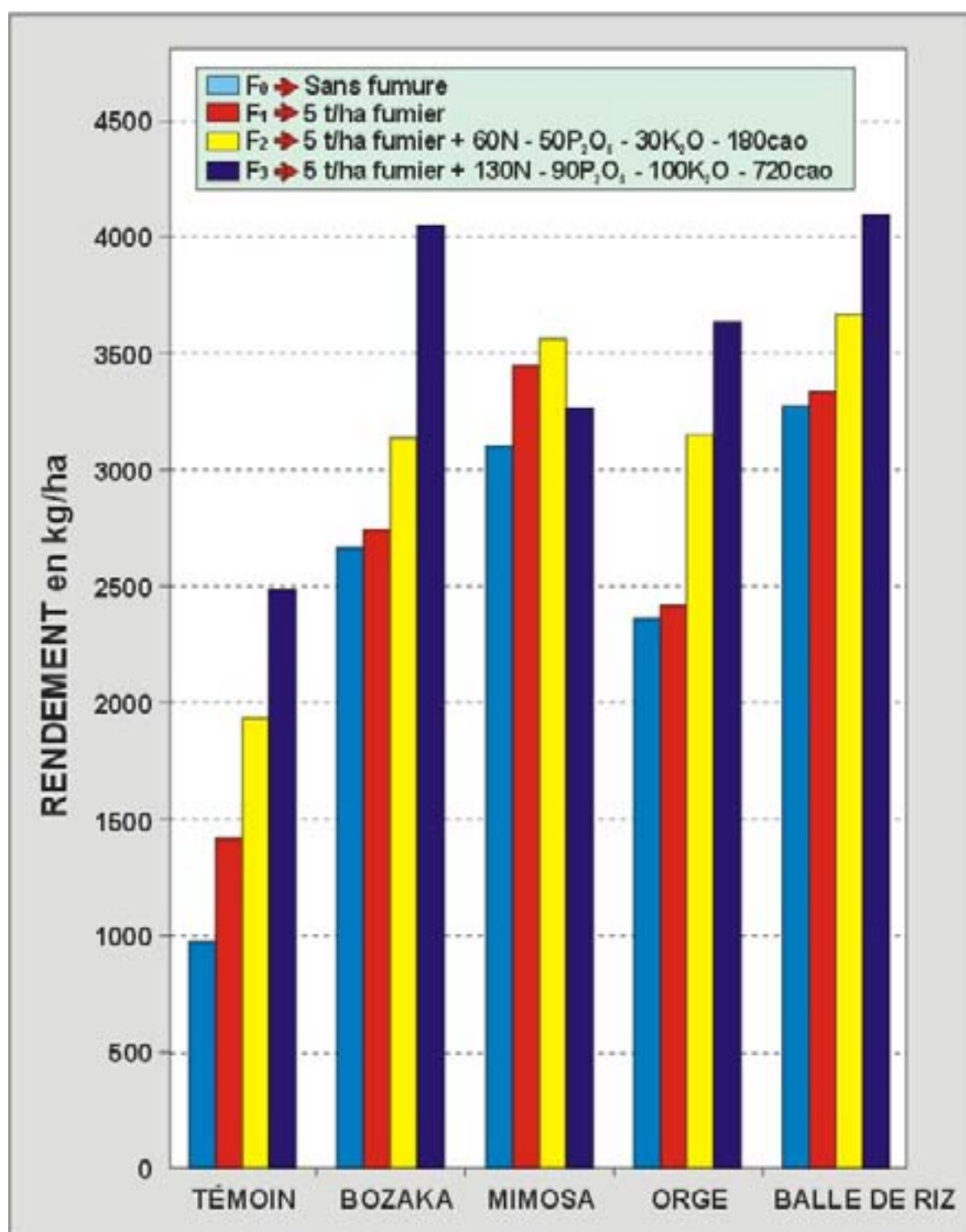
INFLUENCE DE LA NATURE DU COMBUSTIBLE UTILISÉ POUR L'ÉCOBUAGE SUR LE RENDEMENT DU RIZ PLUVIAL, EN SOL FERRALLITIQUE

- Site de ibity -



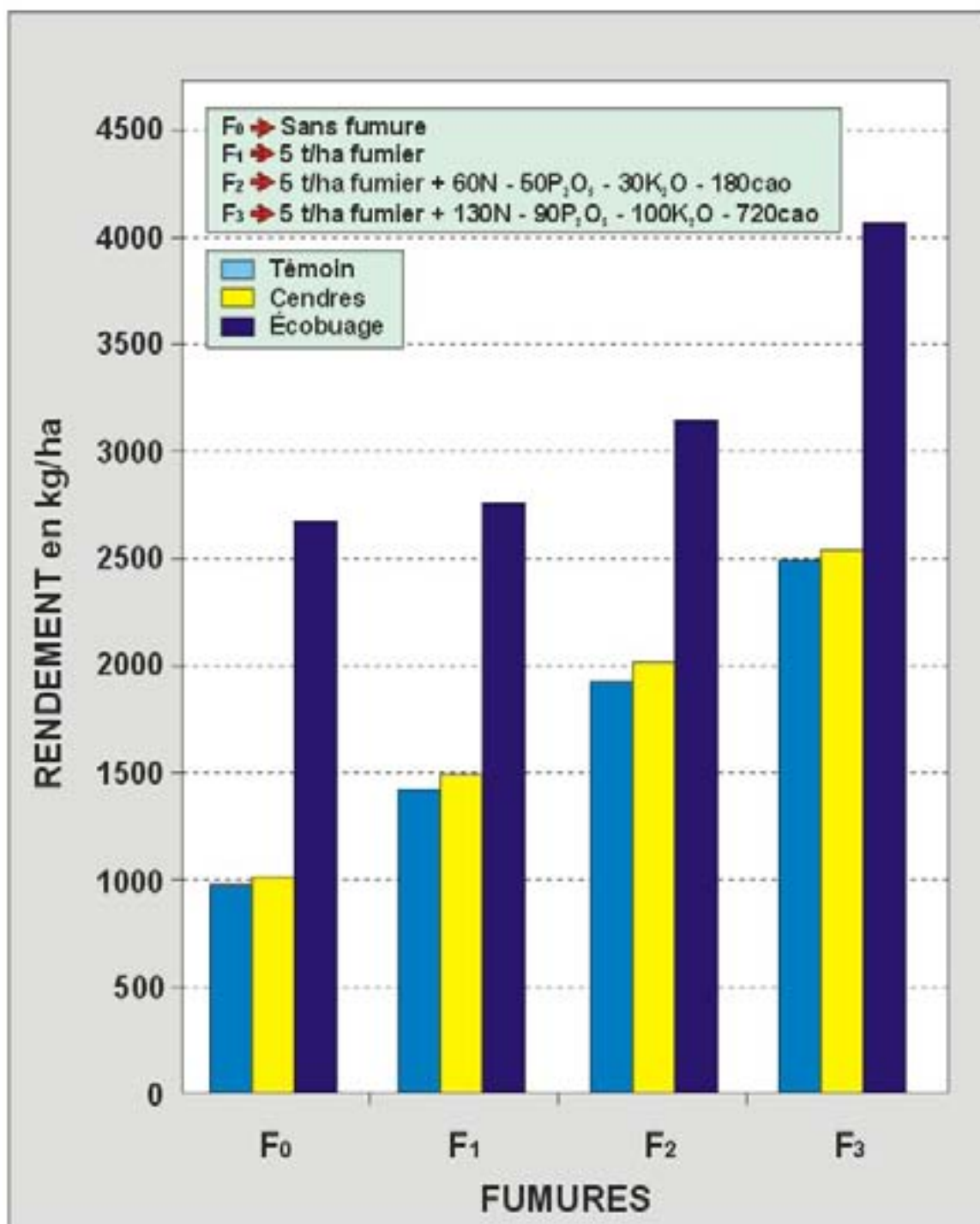
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFE -

RIZ EN SOL VOLCANIQUE: RENDEMENT EN FONCTION DU COMBUSTIBLE POUR L'ÉCOBUAGE - Site de Betafo



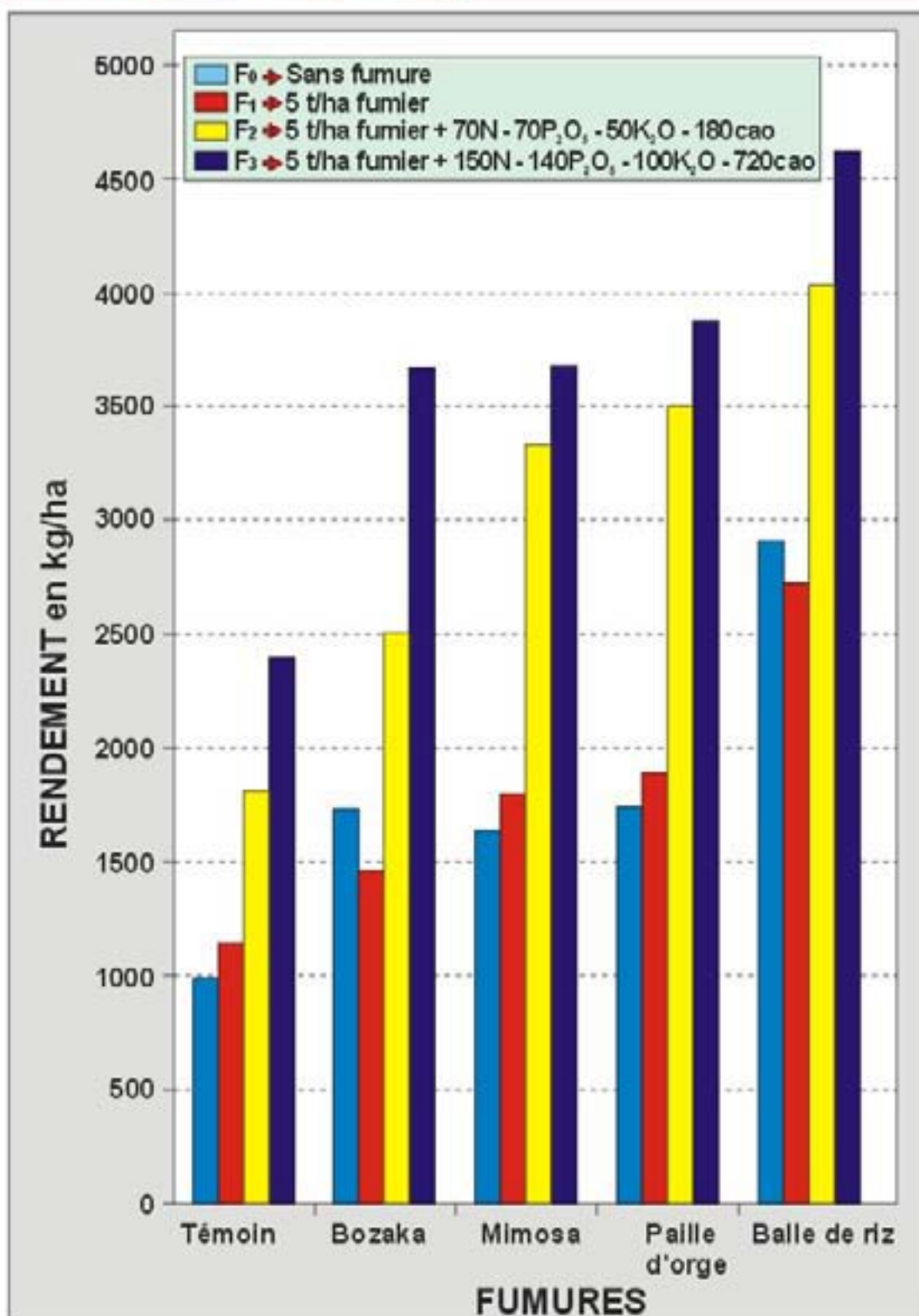
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG Tafa -

RIZ EN SOL VOLCANIQUE: COMPARAISON DE L'ÉCOBUAGE À UN APPORT CORRESPONDANT DE CENDRE - Site de Betafo



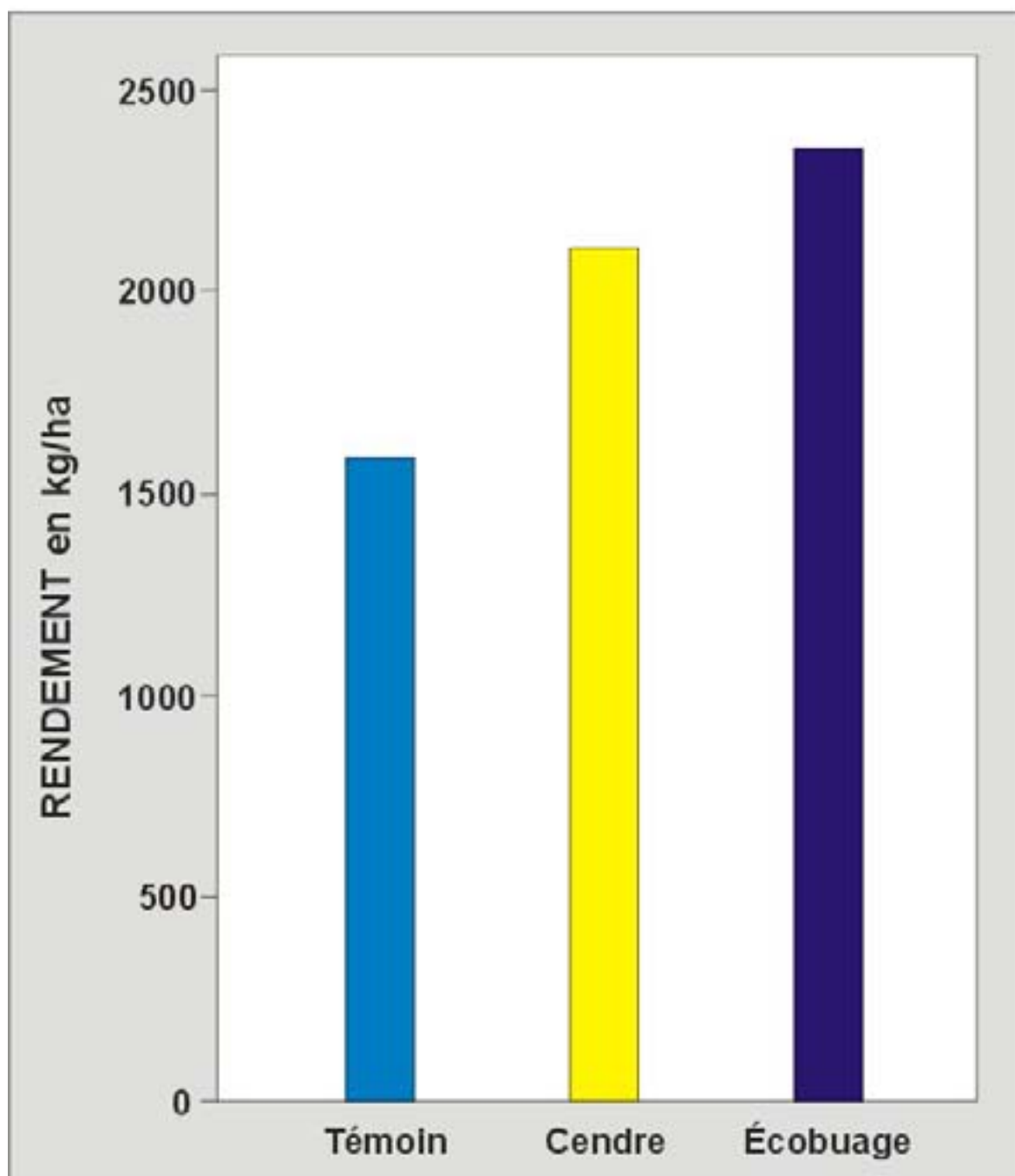
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG Tafa -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE SUR SOCLE CRISTALIN: RENDEMENT EN FONCTION DU COMBUSTIBLE POUR L'ÉCOBUAGE - Site de Ibity



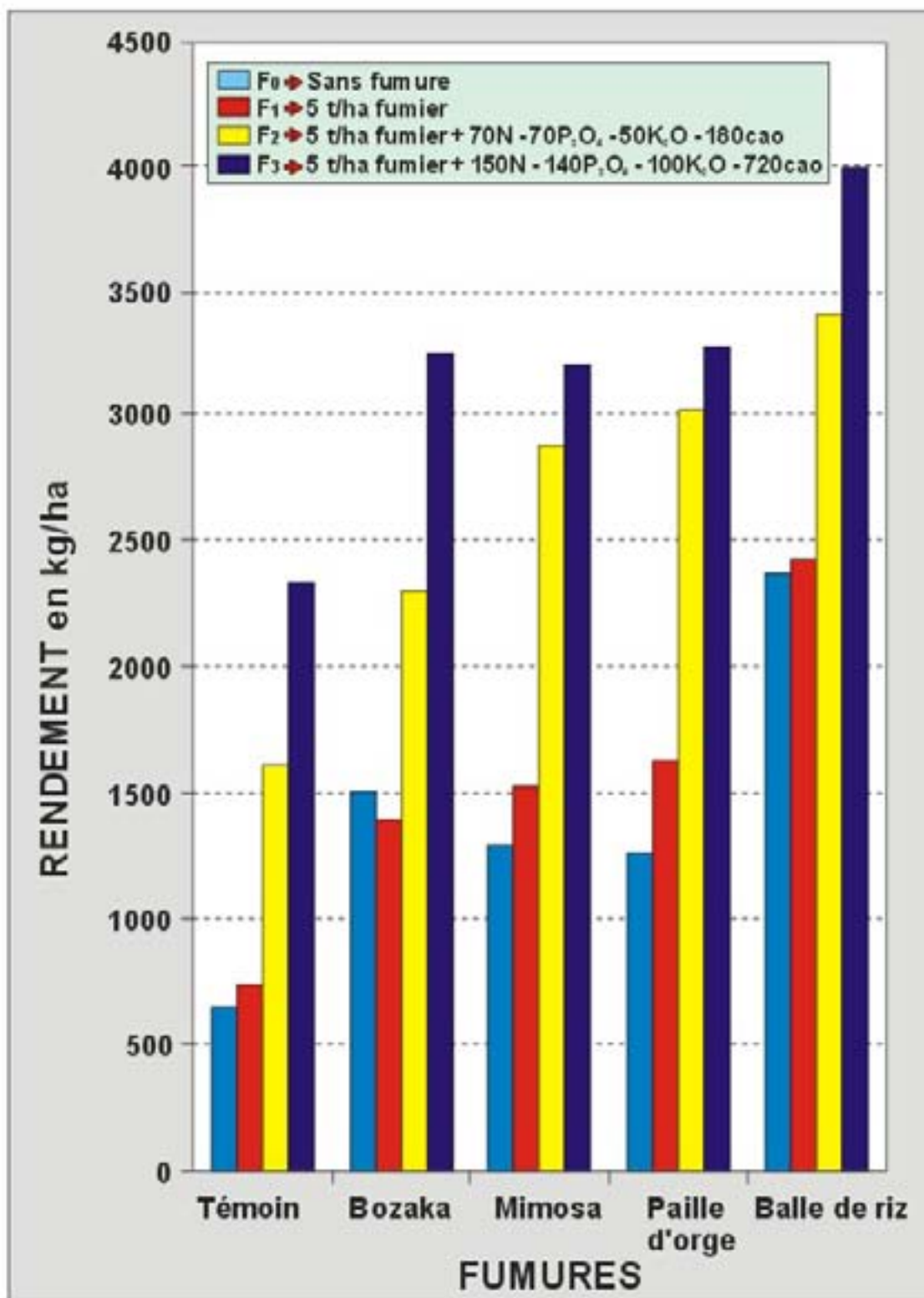
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TATA -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE: COMPARAISON DE L'ÉCOBUAGE À UN APPORT CORRESPONDANT DE CENDRE - Site de Ibity



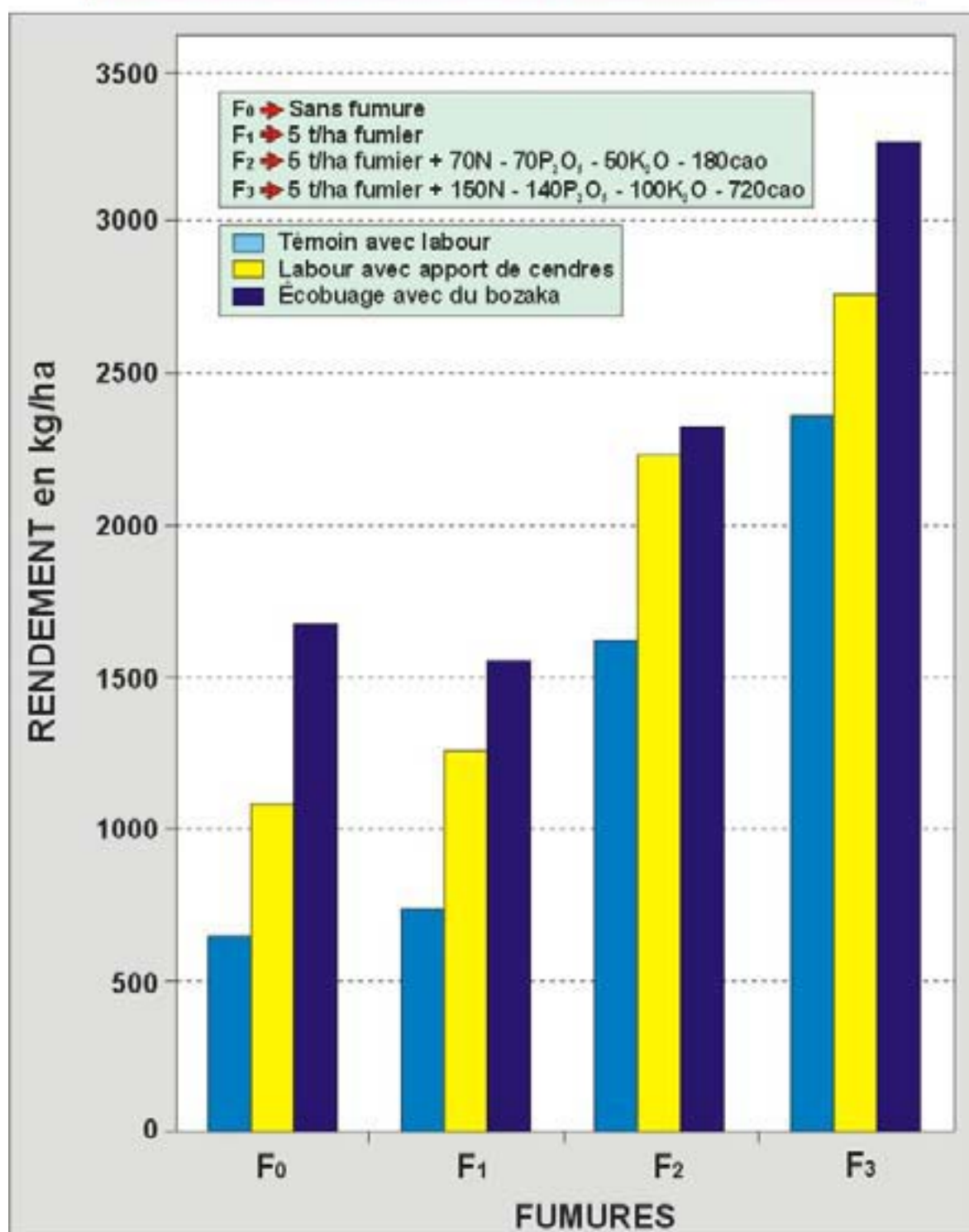
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFE -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE: RENDEMENT MOYEN EN FONCTION DU COMBUSTIBLE POUR L'ÉCOBUAGE **Sites de Ibity et Bemasoandro**



SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFE -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE: COMPARAISON DE L'ÉCOBUAGE À UN APPORT CORRESPONDANT DE CENDRE - Site de Ibity et Bemasoandro



SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFA -

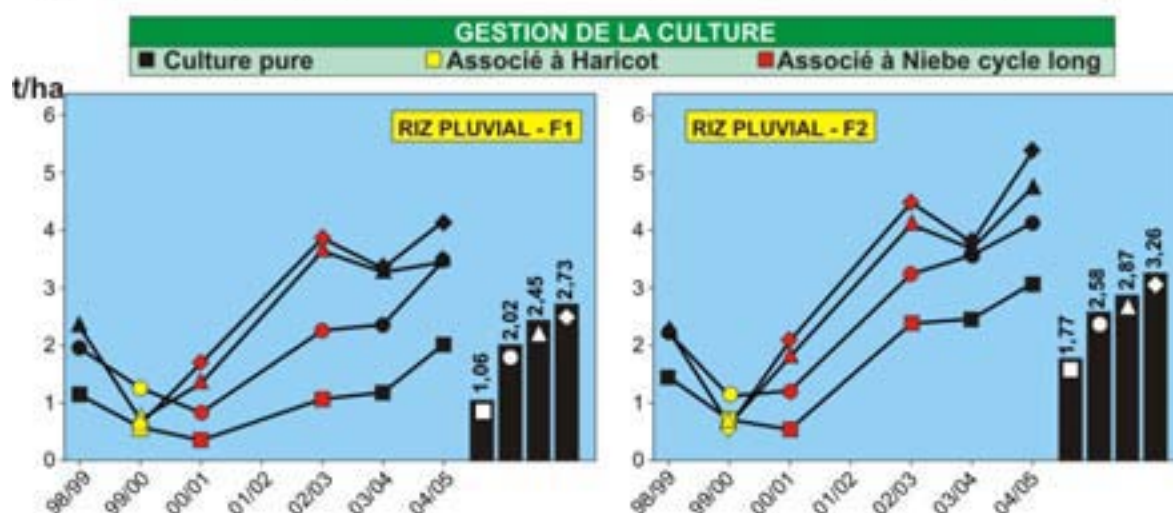
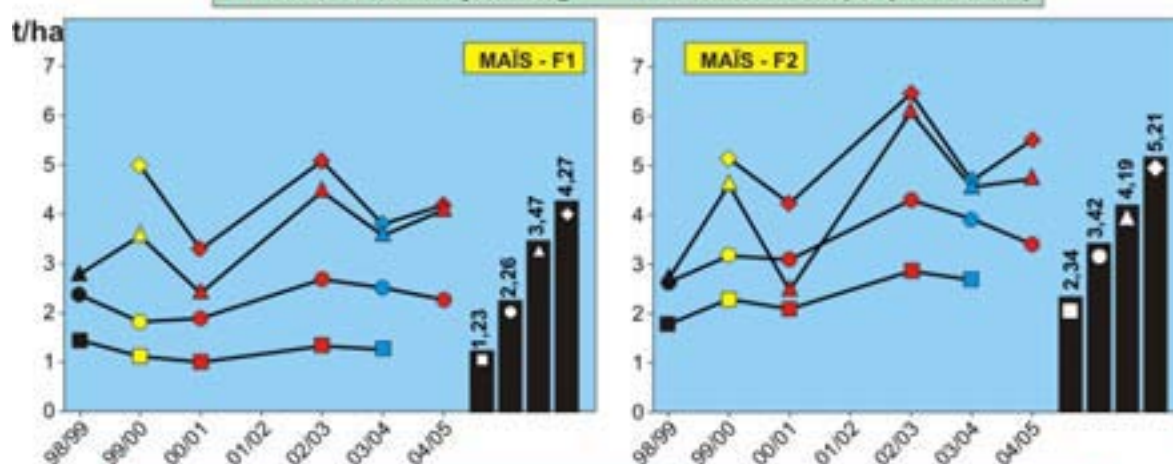
RESULTATS MAROLOLO

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS ET RIZ PLUVIAL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE - Site de Marololo, Madagascar

Sols ferrallitiques à fortes potentialités sur roches basiques sur la Rive Est du Lac - Site de Marololo

SYSTÈME DE CULTURE MODE DE GESTION DU SOL	NIVEAUX DE FUMURE
<ul style="list-style-type: none"> Travail du sol Semis Direct sur résidus (SCV) Semis Direct sur résidus + Écobuage 98 Semis direct sur résidus + Écobuage 99 	F1 = 5t/ha de Fumier F2 = F1+76N+72 P ₂ O ₅ +48 K ₂ O/ha + 500 kg/ha de Dolomie les 3 premières années

GESTION DE LA CULTURE	
<ul style="list-style-type: none"> Culture pure Associé à Niebe cycle long 	<ul style="list-style-type: none"> Associé à <i>Vigna Umbellata</i> Associé à Dolique (<i>D. Lab Lab</i>)

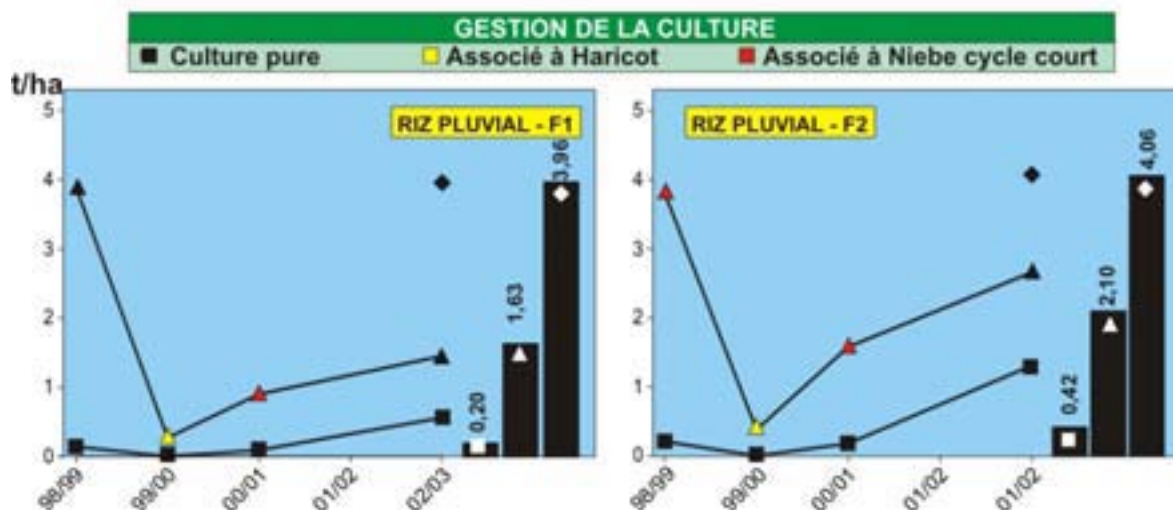
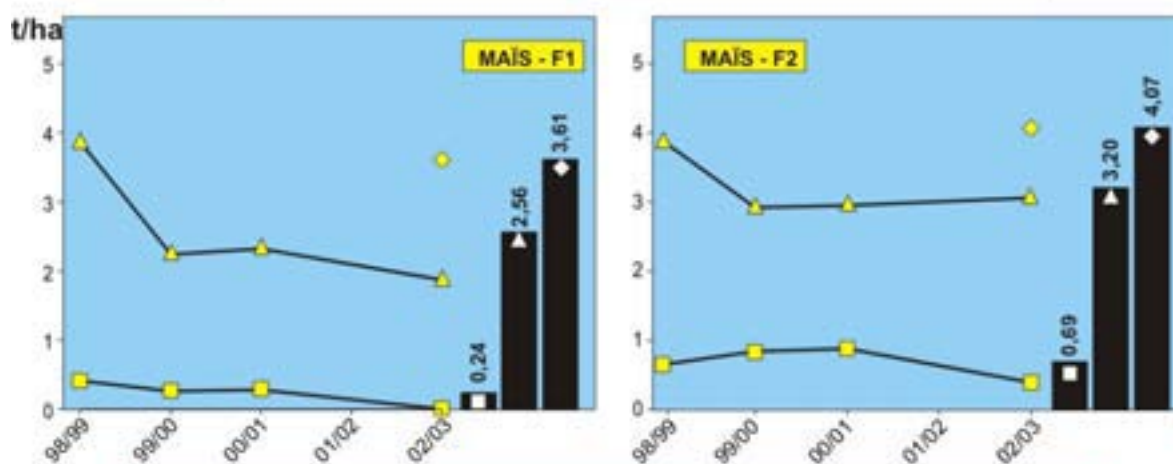


ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS ET RIZ PLUVIAL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE - Site de Manakambahiny, Madagascar

Sols jaunes ferrallitiques à très faibles potentialités sur roches acides de la Rive Ouest du Lac - Site de Manakambahiny

SYSTÈME DE CULTURE MODE DE GESTION DU SOL	NIVEAUX DE FUMURE
<ul style="list-style-type: none"> □ Travail du sol △ Semis Direct sur résidus + Écobuage 98 ◇ Semis direct sur résidus + Écobuage 02 	F1 = 5t/ha de Fumier F2 = F1+76N+72 P ₂ O ₅ +48 K ₂ O/ha + 500 kg/ha de Dolomie les 3 premières années

GESTION DE LA CULTURE
<ul style="list-style-type: none"> ■ Culture pure ■ Associé à <i>Vigna Umbellata</i>

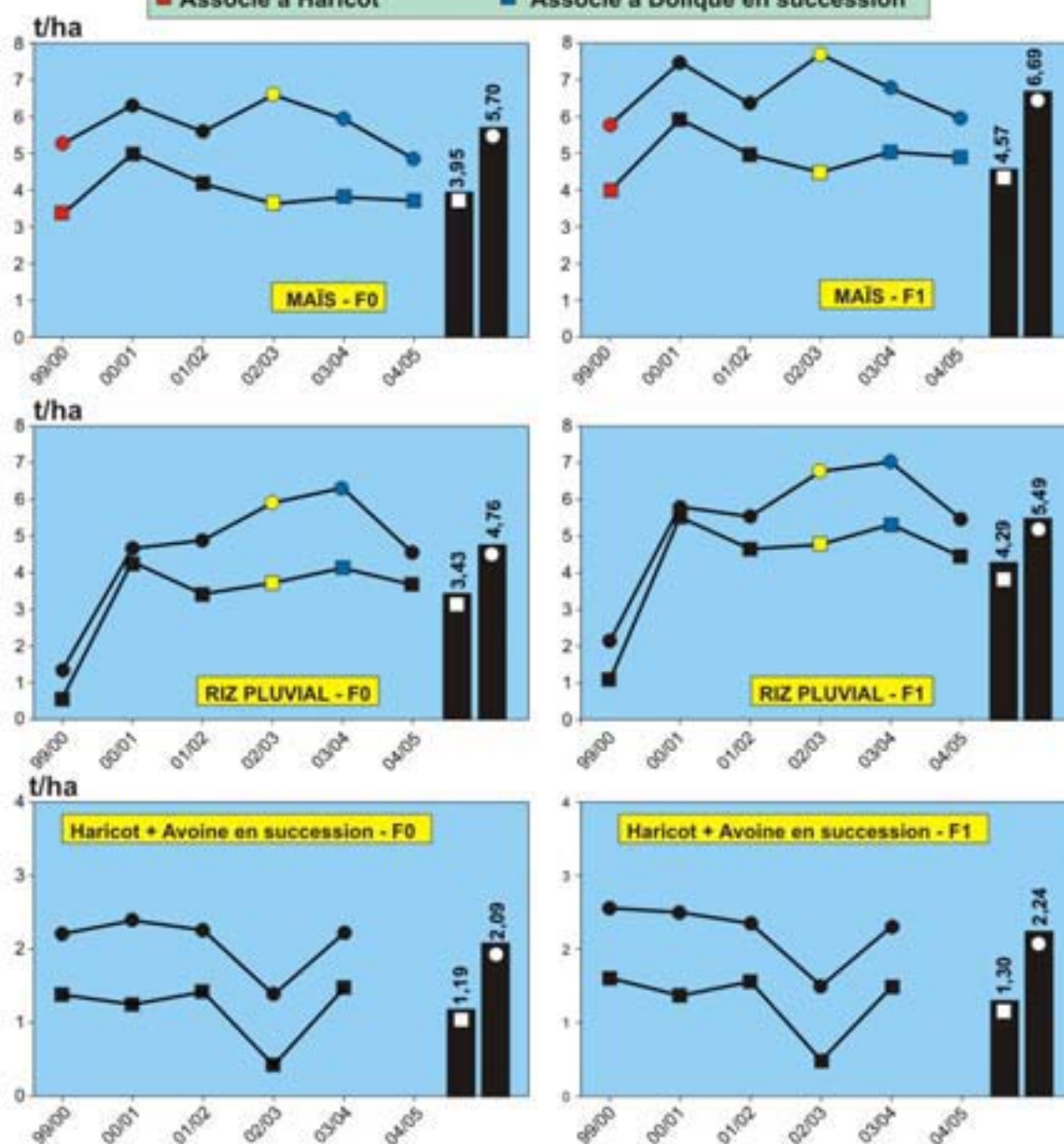


ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS ET RIZ PLUVIAL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE - Site de Marololo, Madagascar

Sols colluvio-alluvionnaires "Baibohos" - Site de Marololo - Rive Est du Lac -

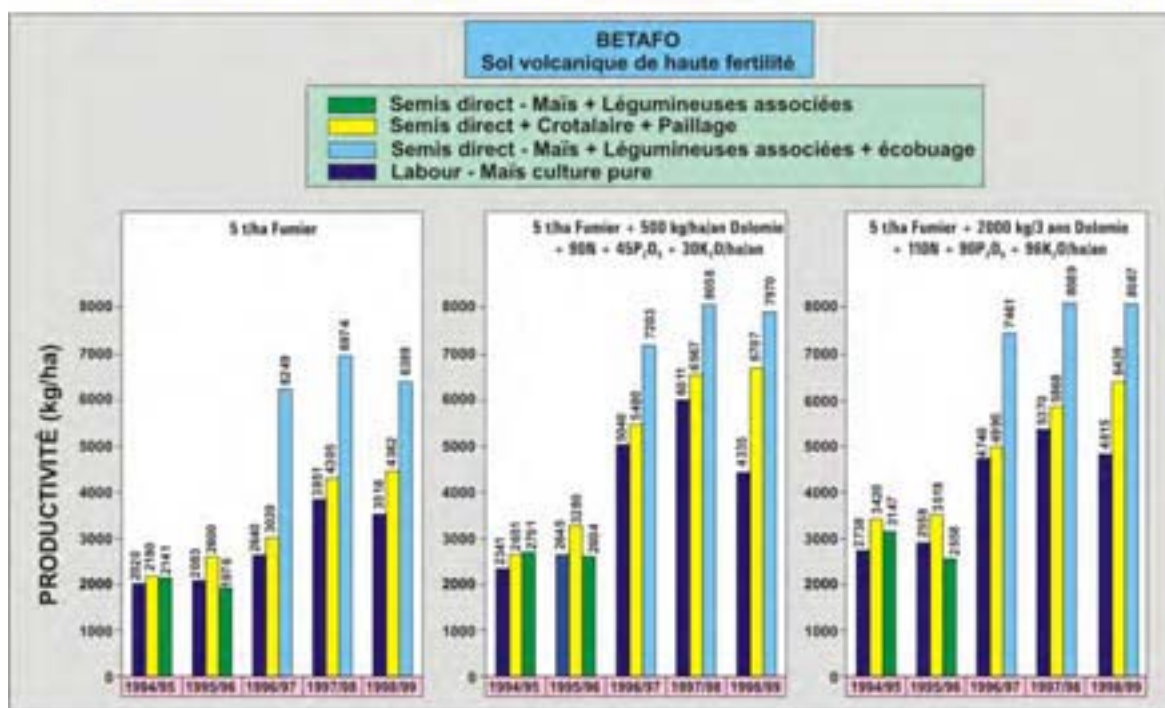
SYSTÈME DE CULTURE MODE DE GESTION DU SOL	NIVEAUX DE FUMURE
<ul style="list-style-type: none"> Travail du sol Semis Direct sur résidus (SCV) 	<p>F0 = Sans fumure</p> <p>F1 = 76N+72 P₂O₅+48 K₂O/ha, sur céréales pures ou associés</p> <p>30N+72 P₂O₅+48 K₂O/ha, sur légumineuses pures</p> <p>46 à 49 N/ha sur céréales pures</p>

GESTION DE LA CULTURE	
■ Culture pure	■ Associé à <i>Vigna Umbellata</i>
■ Associé à Haricot	■ Associé à Dolique en succession

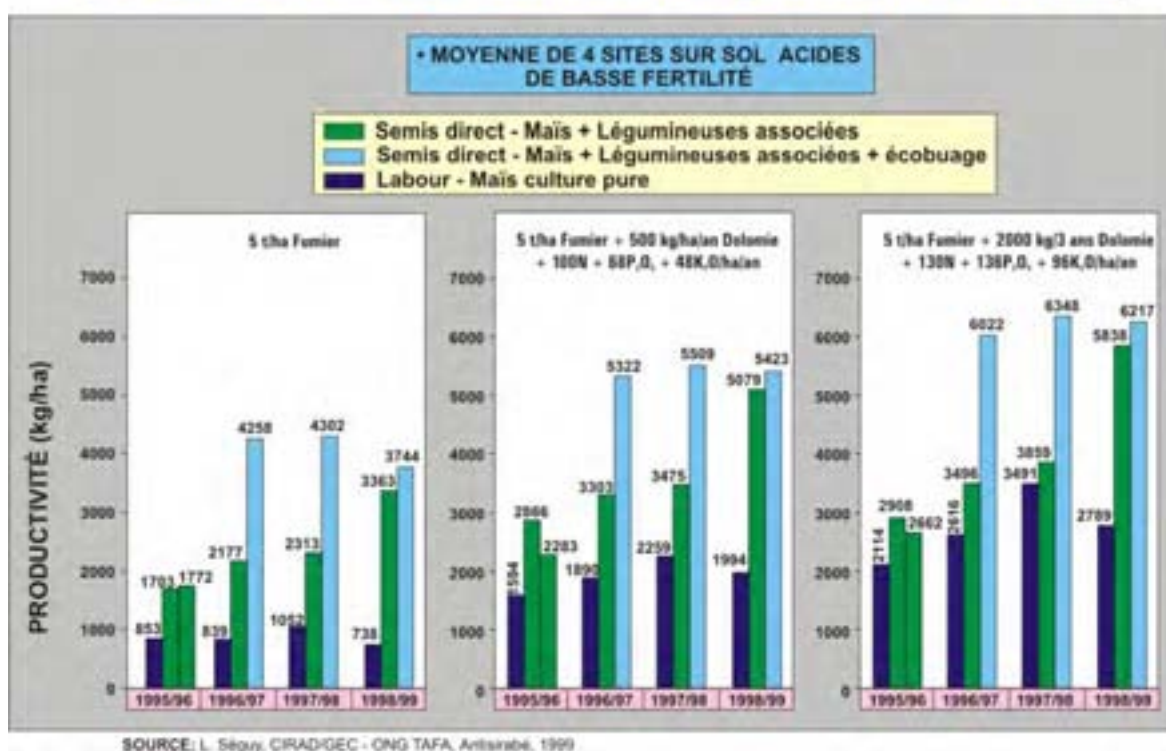


HAUTS PLATEAUX MALGACHES

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU MAÏS, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1994/99

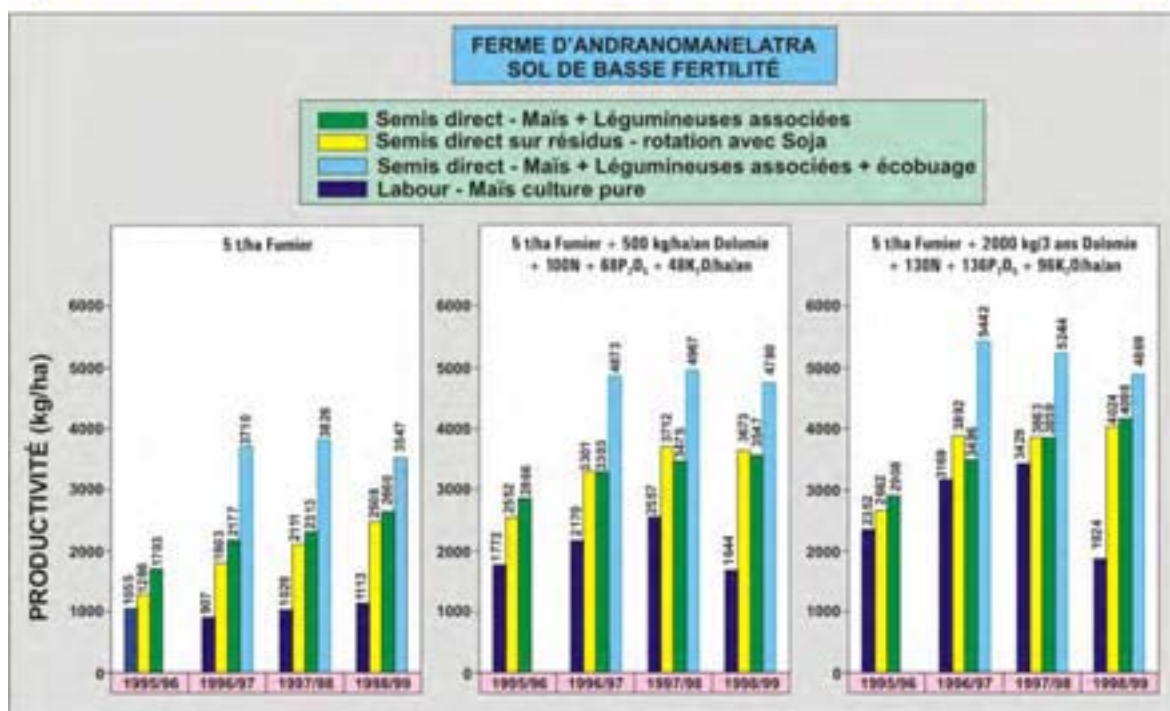


ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE MAÏS, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE MAÏS, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE

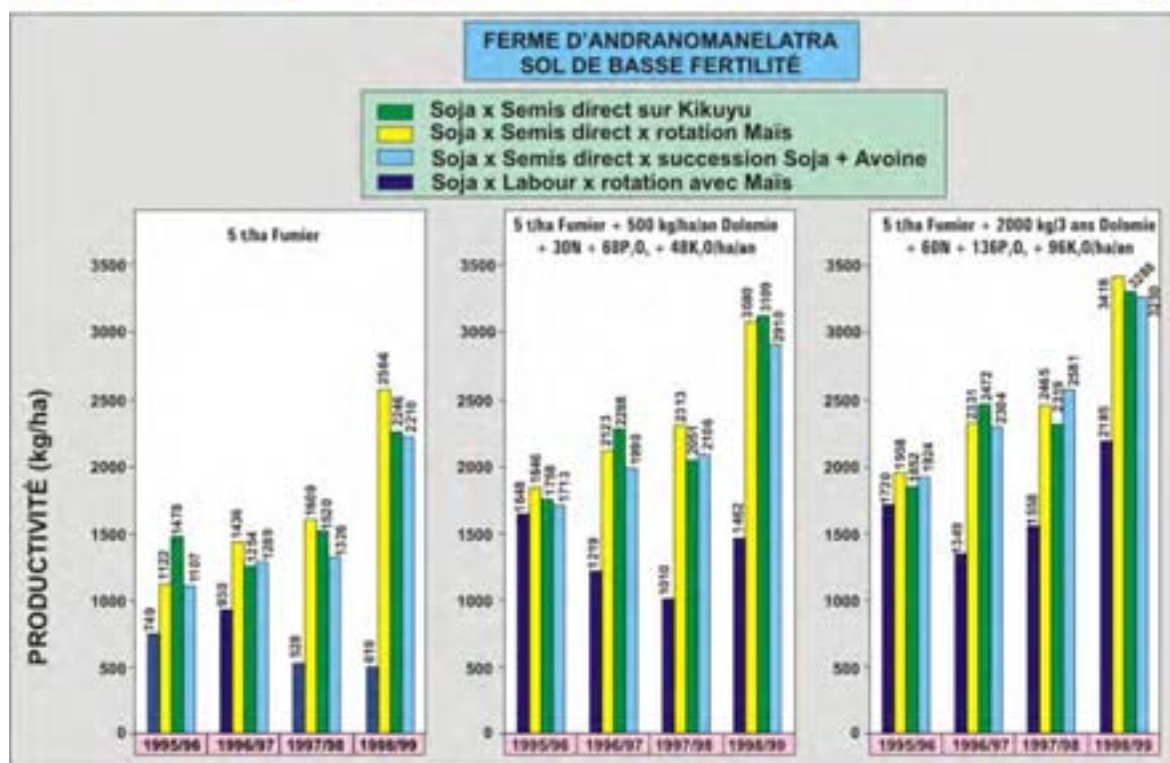
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

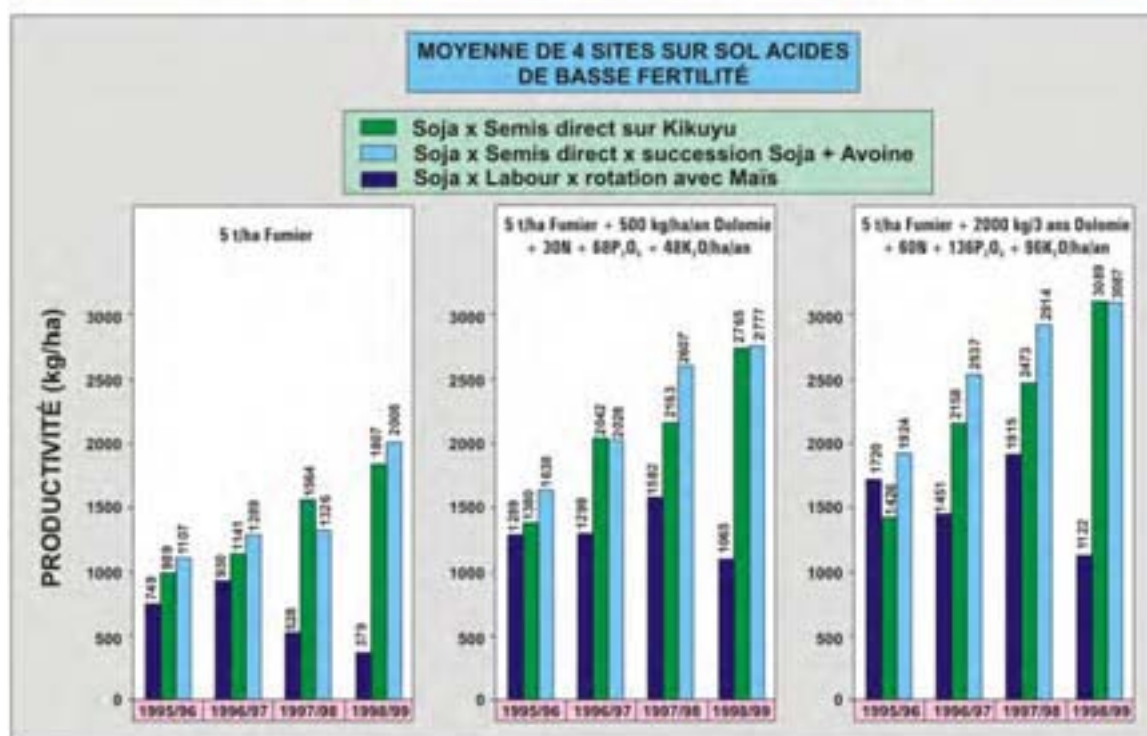
ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE SOJA, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE

Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



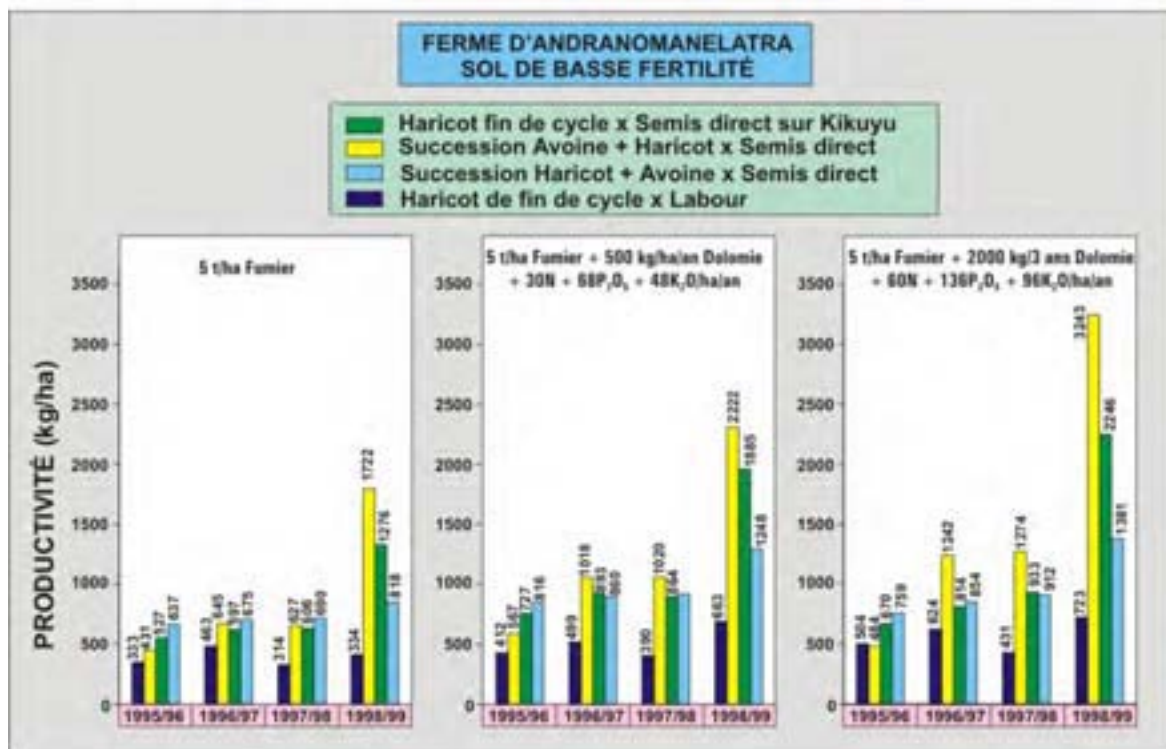
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE SOJA, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



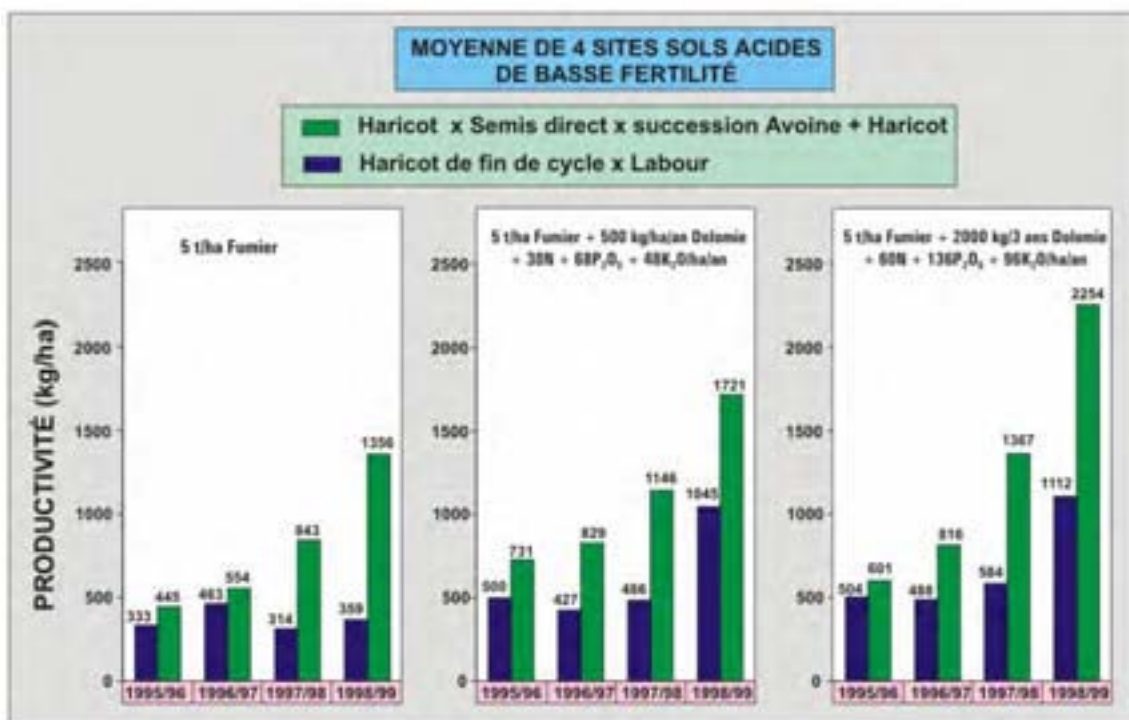
SOURCE: L. Seguy, CIRAD/OEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE HARICOT, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TATA, Antsirabé, 1999

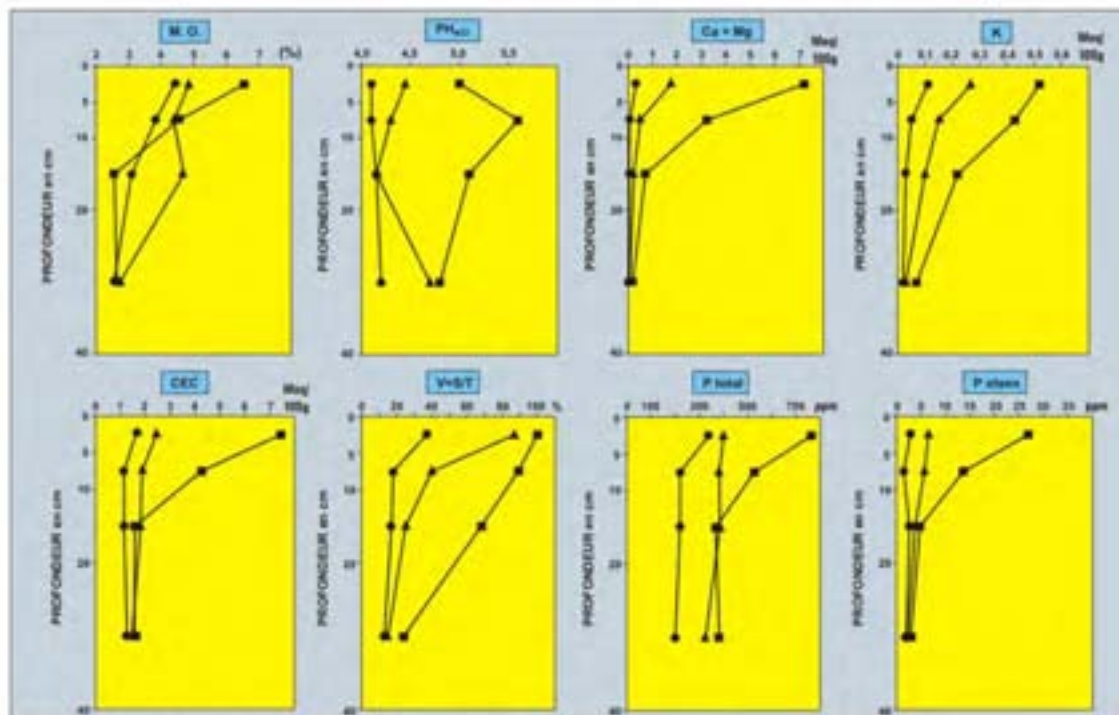
ÉVOLUTION DES RENDEMENTS MOYENS DE HARICOT, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TATA, Antsirabé, 1999

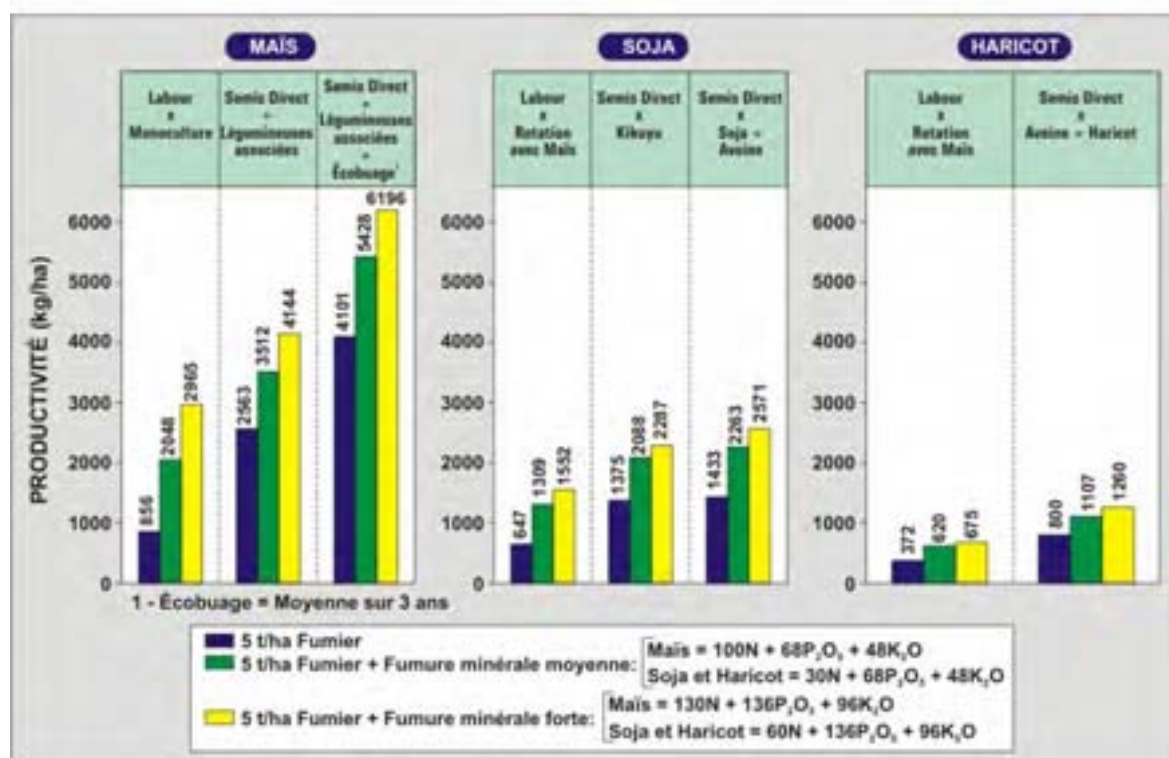
IMPACTS DES MODES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES SUR L'ÉVOLUTION DES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL FERRALLITIQUE D'IBITY, DE TRÈS BASSE FERTILITÉ NATURELLE, APRÈS 5 ANS DE MISE EN CULTURE CONTINUE - Site D'ibity, hauts plateaux malgaches, 1999

- Jachère à graminées (Bozaka)
- Semis direct x Maïs associé à *Desmodium l.* x F_2 sous lignes de Maïs, sol écobué
- ▲ Semis direct x Maïs associé à *Desmodium l.* x F_2 entre lignes de Maïs, sol non écobué



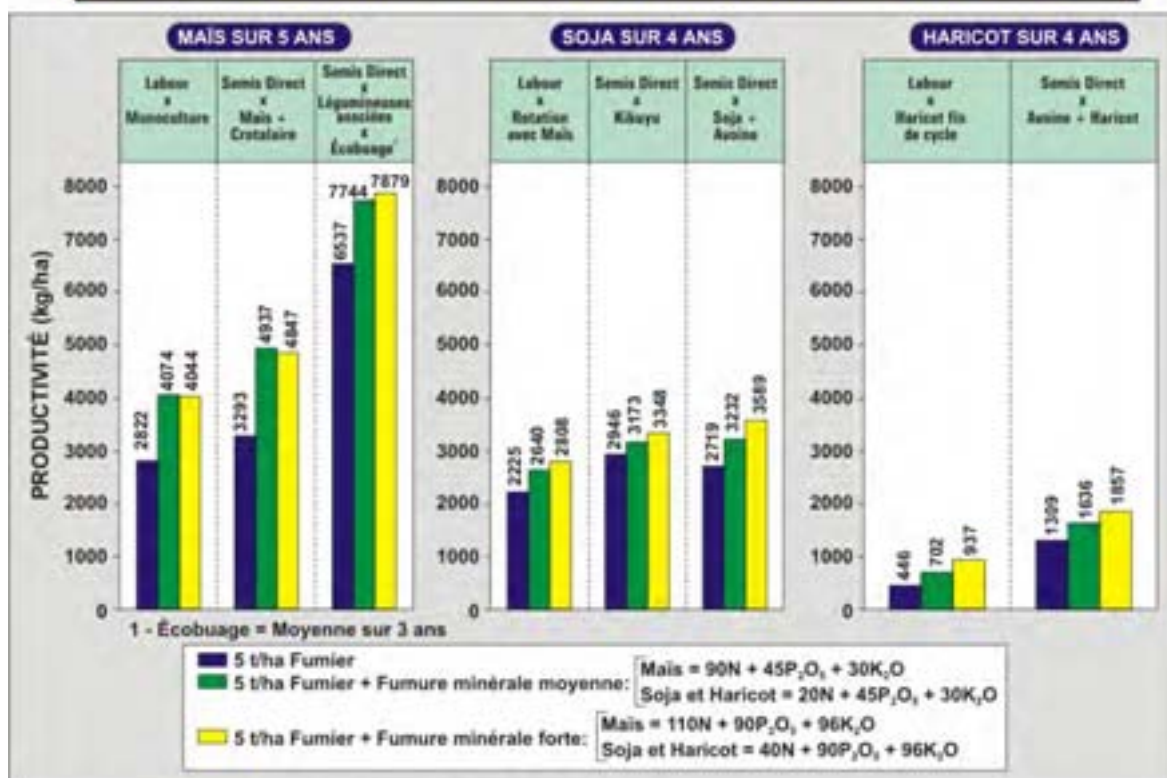
SOURCE: L. Seguy, CIRAD/GEC - ONG TAFA, Antsirabé, 1999

PRODUCTIVITÉ MOYENNE SUR 4 ANS, DES CULTURES DE MAÏS, SOJA ET HARICOT, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE SUR 4 SITES REPRÉSENTATIFS - Sols ferrallitiques de basse fertilité des hauts plateaux malgaches - Antsirabé - 1995/99

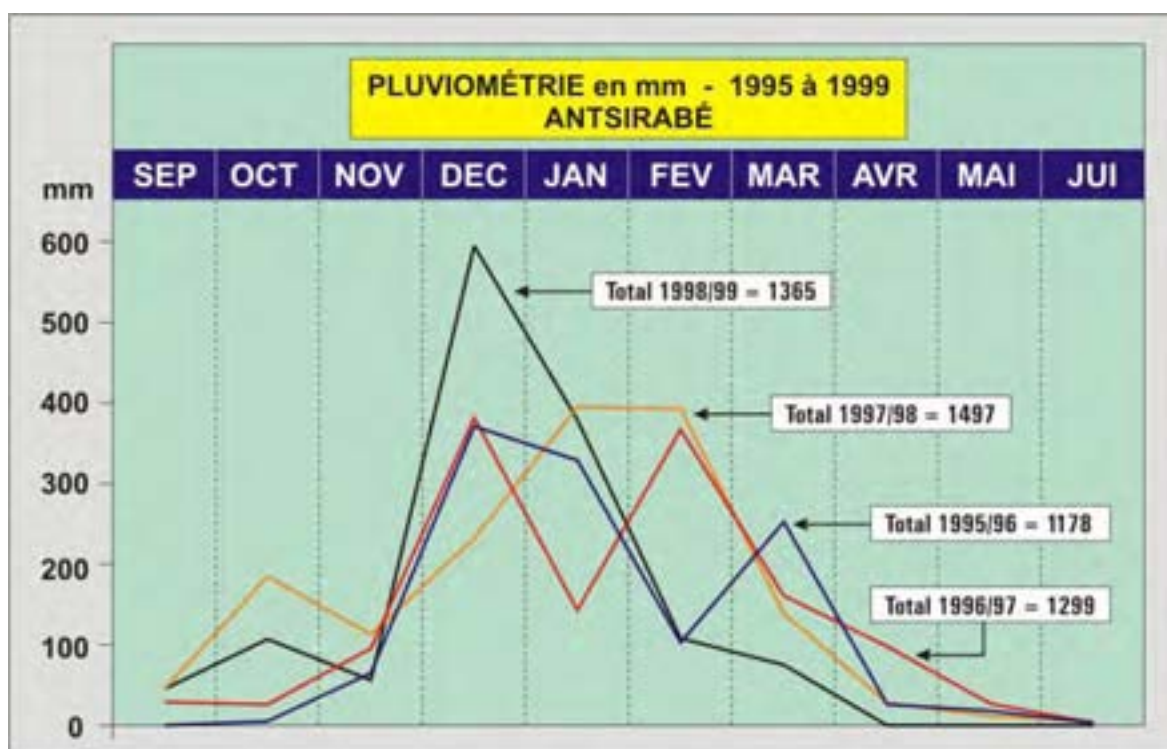


SOURCE: L. Ségué, CIRAD/DEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

PRODUCTIVITÉ MOYENNE, DES CULTURES DE MAÏS, SOJA ET HARICOT, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE -
Sol volcanique de haute fertilité des hauts plateaux malgaches - Betafo - 1995/99



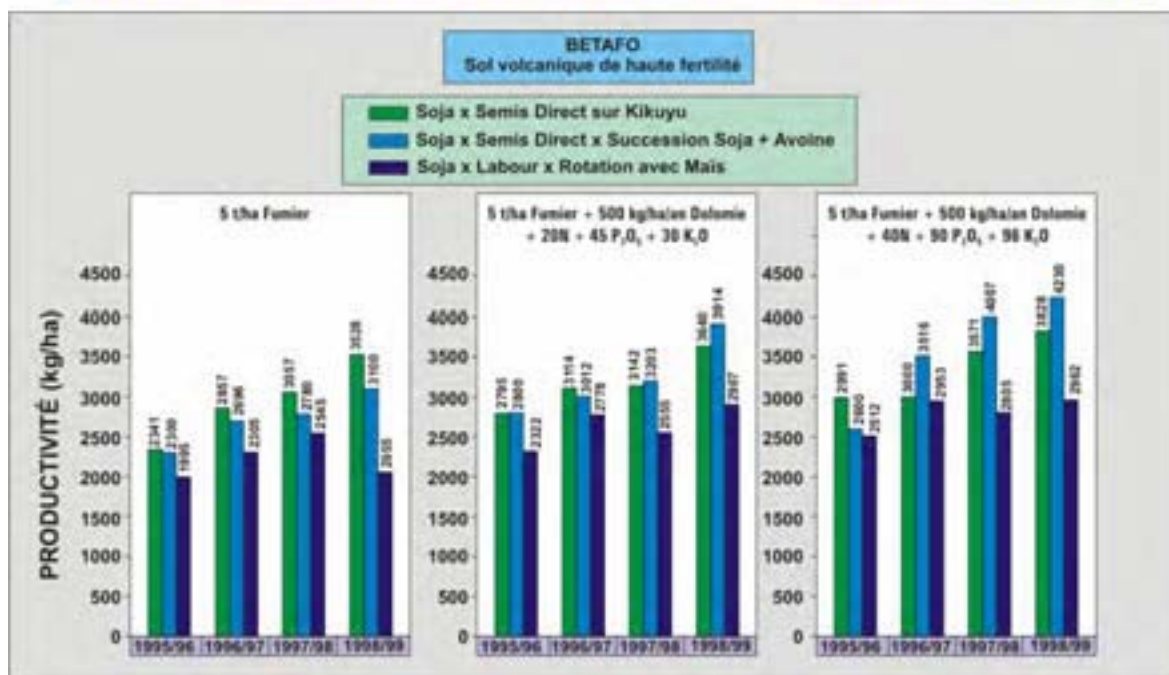
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFE, Antsirabé, 1999



SOURCE: ONG TAFE, Antsirabé, 1995/99

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU SOJA, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE

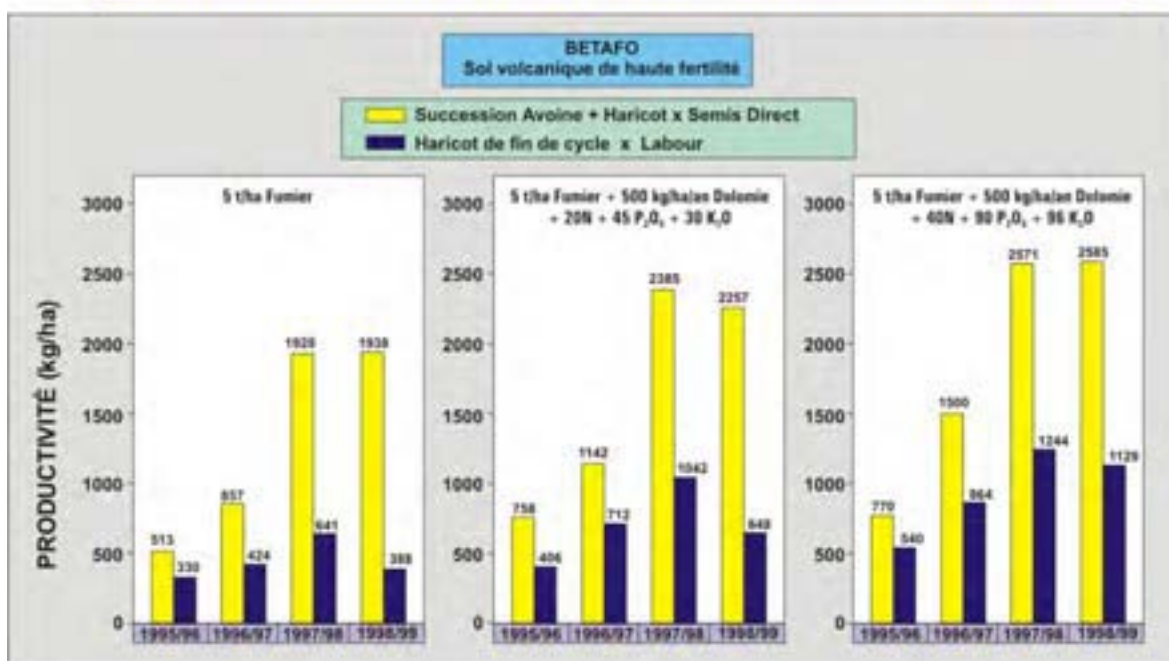
Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

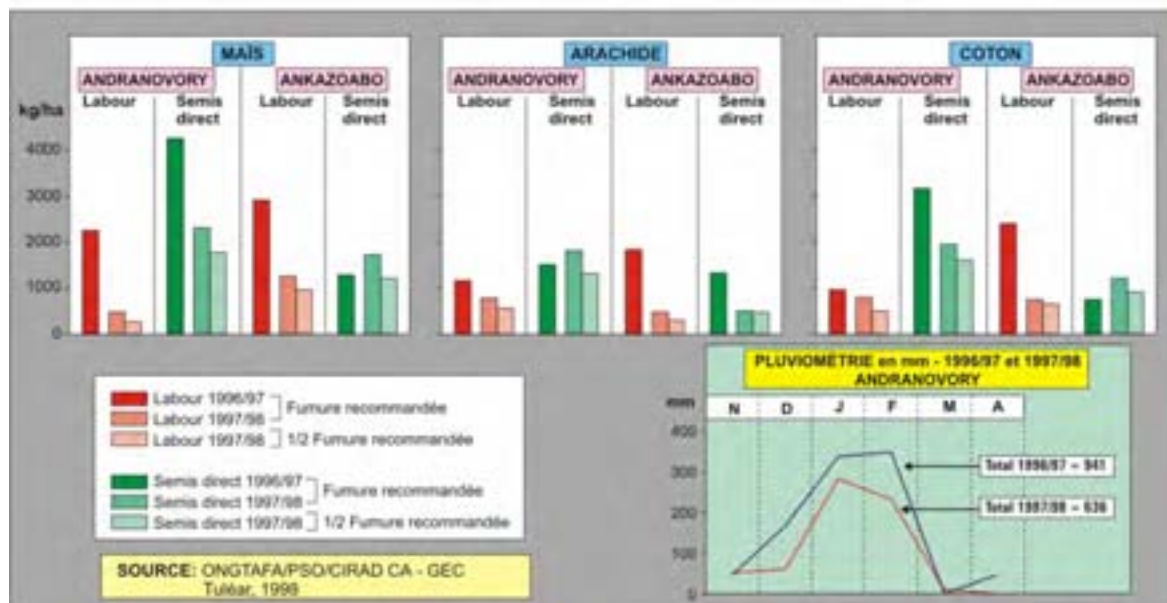
ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU HARICOT, EN FONCTION DU MODE DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES, EN CULTURE MANUELLE

Sols ferrallitiques et volcaniques des hauts plateaux malgaches - Antsirabé, 1995/99



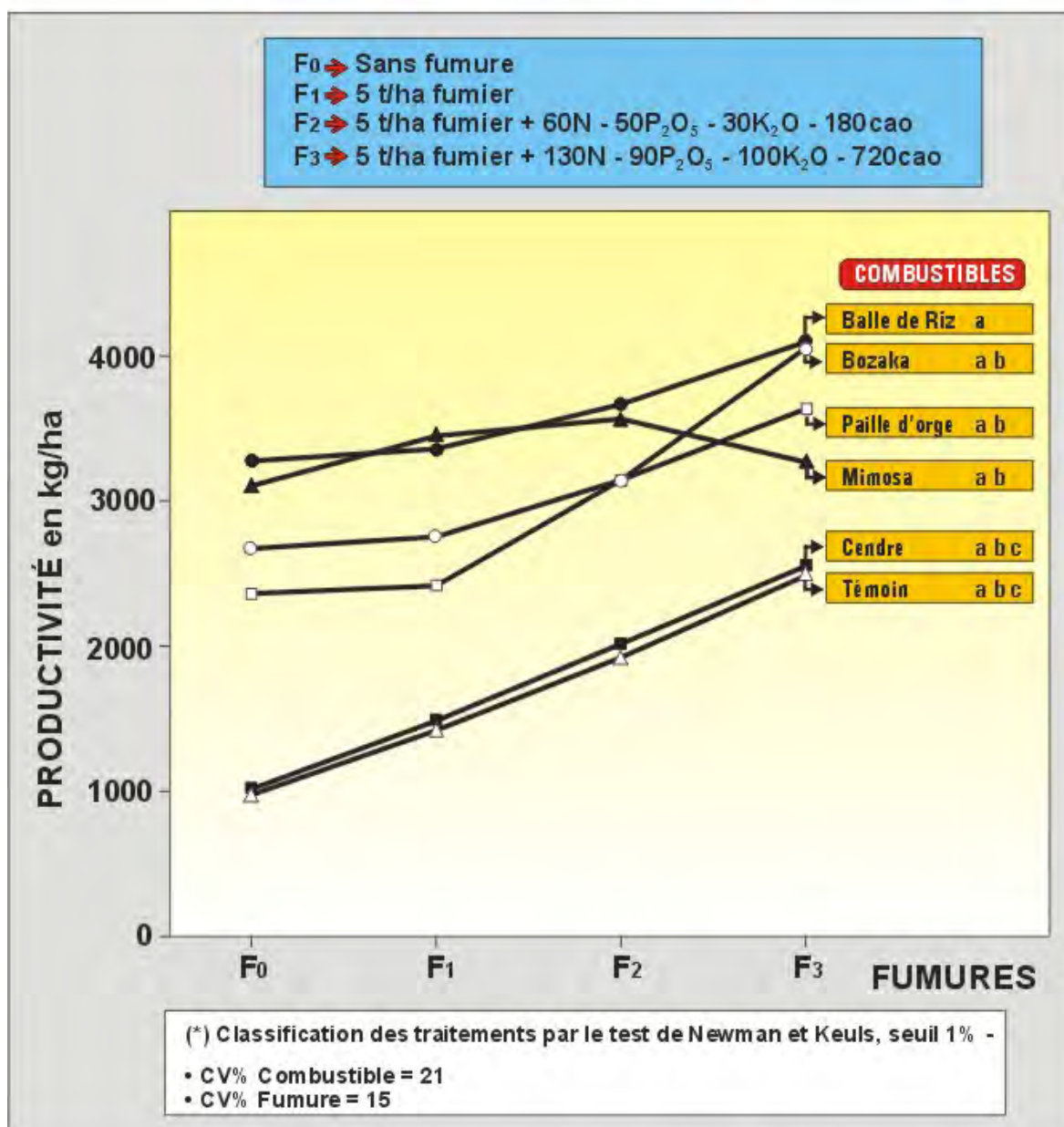
SOURCE: L. Séguy, CIRAD/GEC - ONG TAFI, Antsirabé, 1999

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES EN ROTATION, AVEC LABOUR ET SEMIS DIRECT, DANS DEUX CONDITIONS PÉDOCLIMATIQUES CONTRASTÉES DU SUD OUEST DE MADAGASCAR - Sites de Andranovory et Ankazoabo - 1996/98



INFLUENCE DE LA NATURE DU COMBUSTIBLE UTILISÉ POUR L'ÉCOBUAGE SUR LE RENDEMENT DU RIZ PLUVIAL, EN SOL VOLCANIQUE

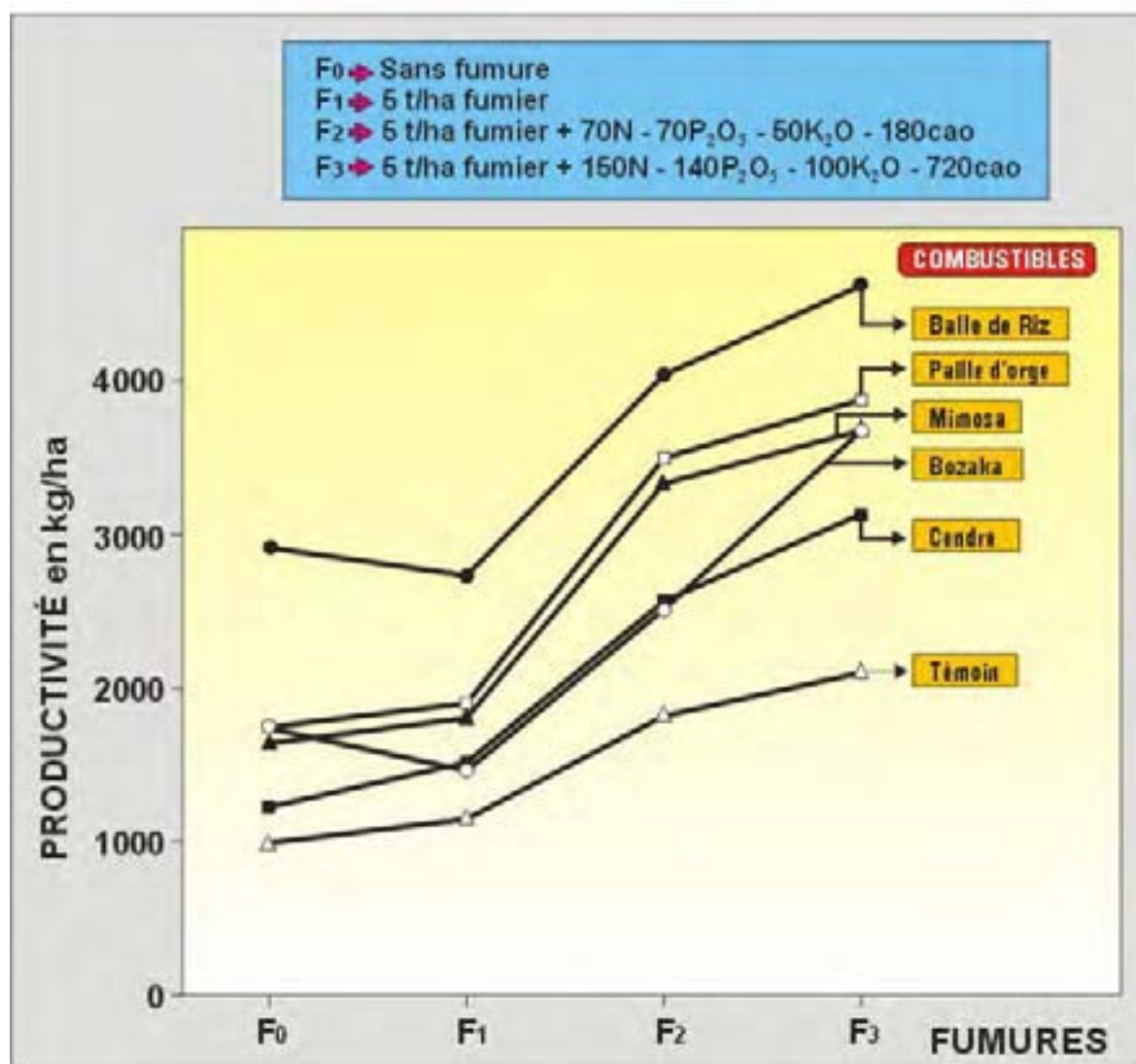
- Site de Betafo -



SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFI -

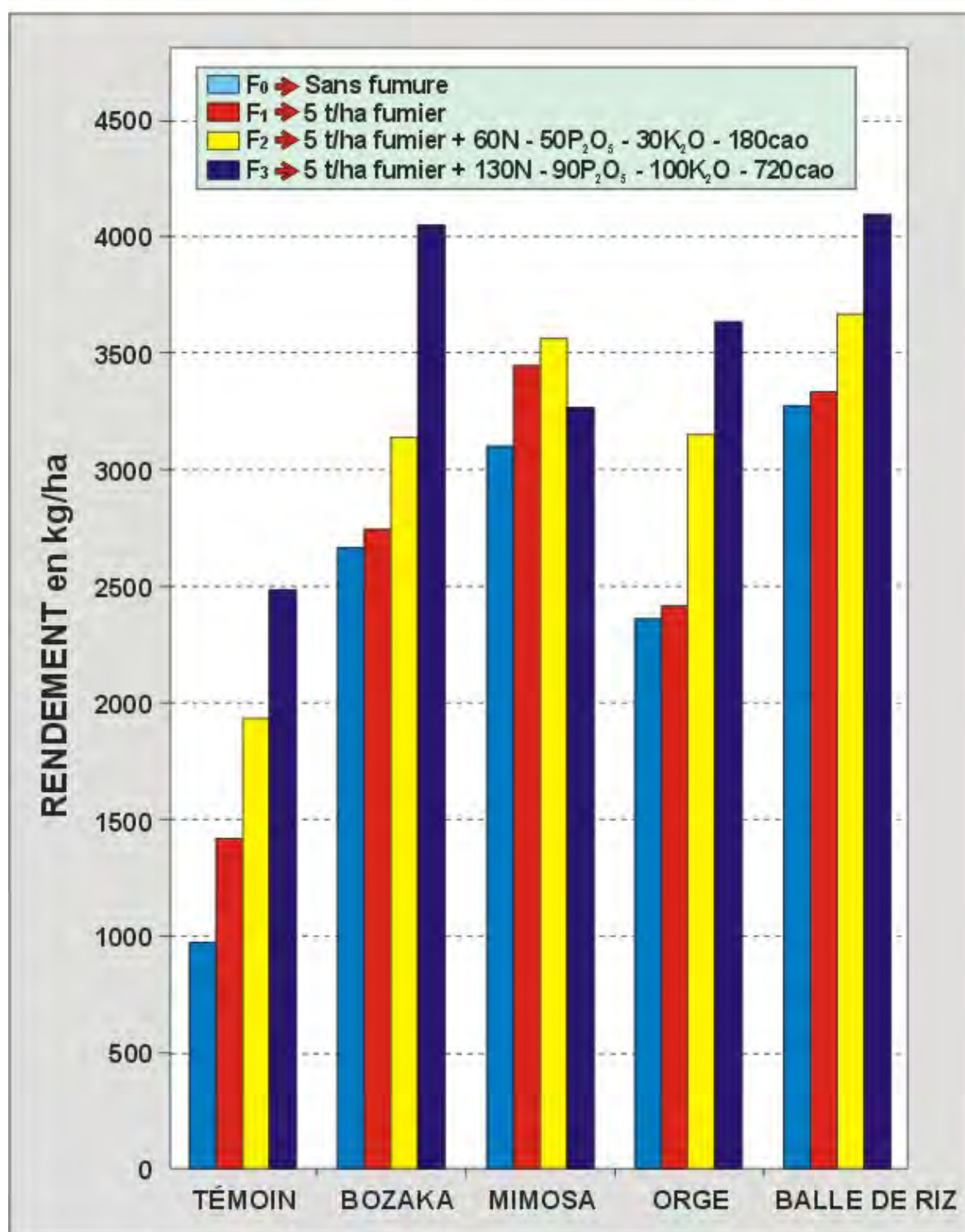
INFLUENCE DE LA NATURE DU COMBUSTIBLE UTILISÉ POUR L'ÉCOBUAGE SUR LE RENDEMENT DU RIZ PLUVIAL, EN SOL FERRALLITIQUE

- Site de ibity -



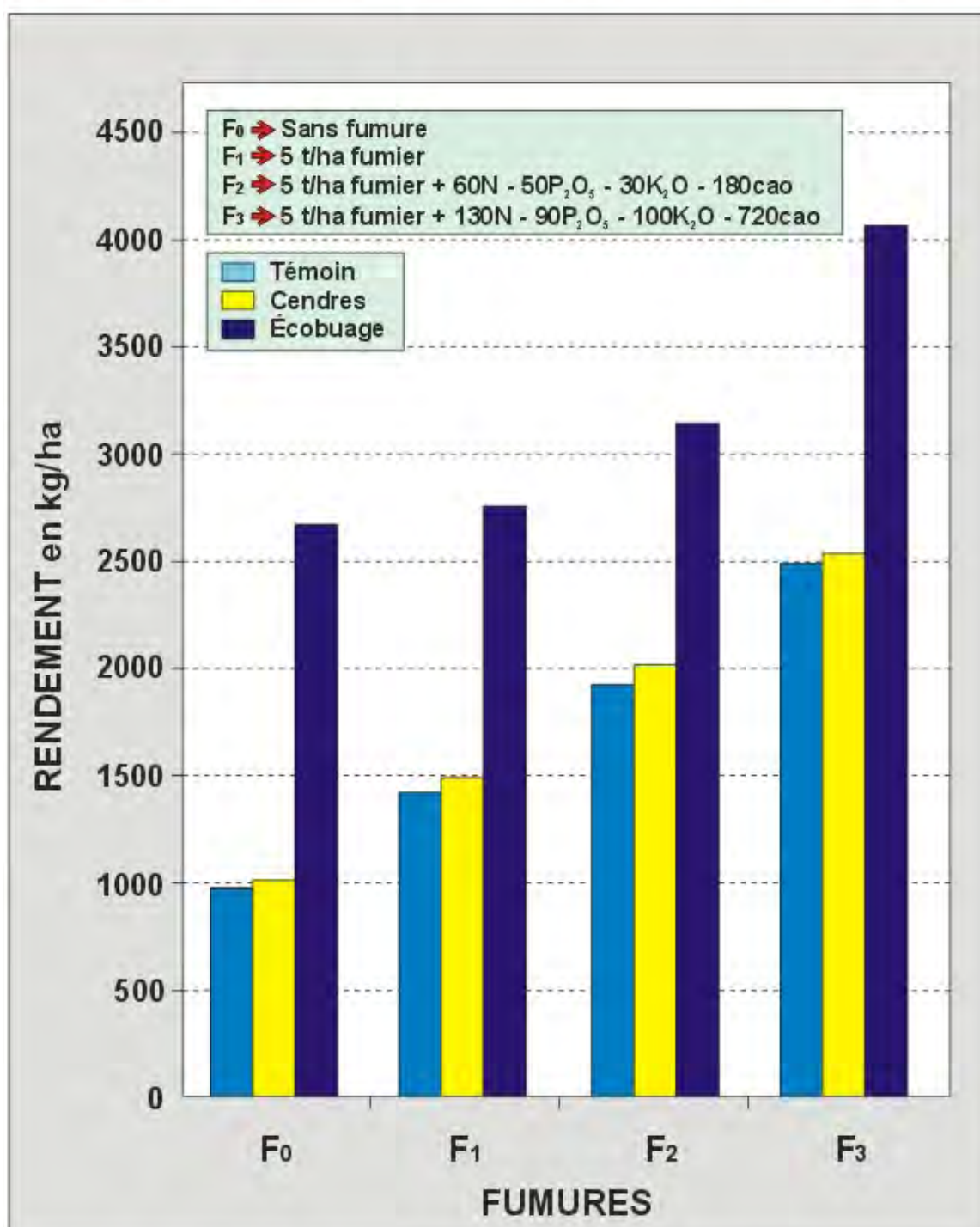
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFÁ -

RIZ EN SOL VOLCANIQUE: RENDEMENT EN FONCTION DU COMBUSTIBLE POUR L'ÉCOBUAGE - Site de Betafo



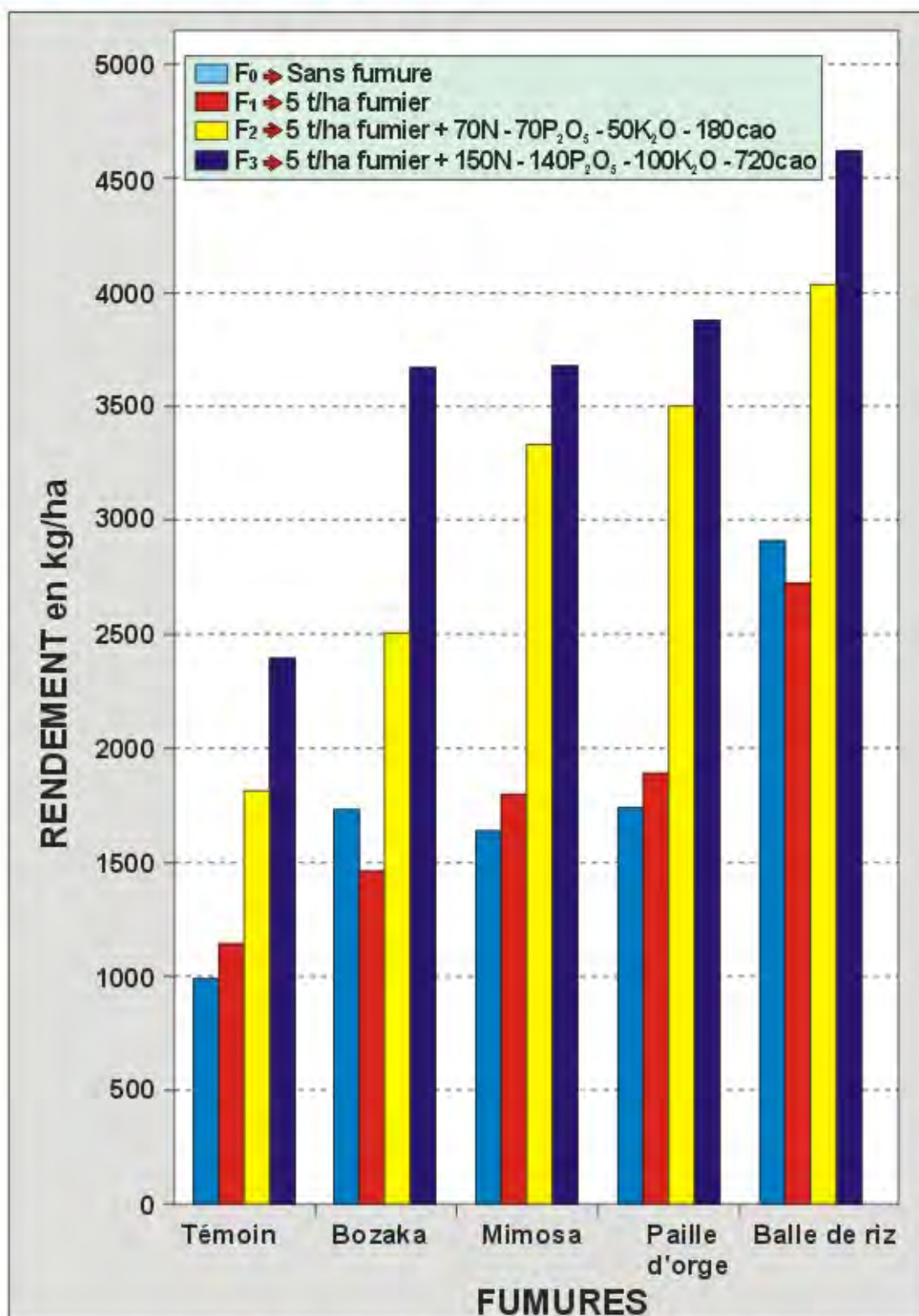
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG Tafa -

RIZ EN SOL VOLCANIQUE: COMPARAISON DE L'ÉCOBUAGE À UN APPORT CORRESPONDANT DE CENDRE - Site de Betafo



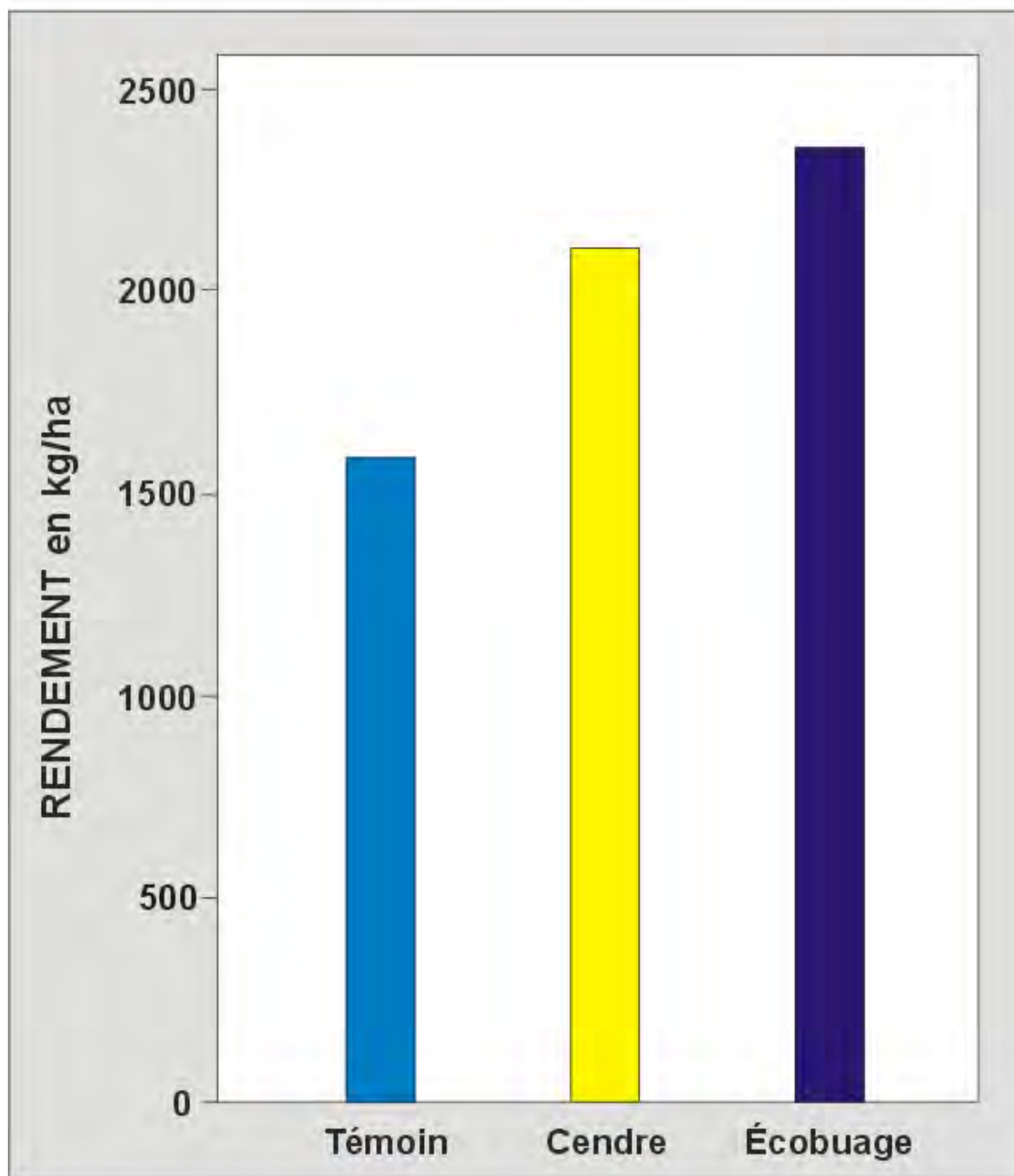
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG Tafa -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE SUR SOCLE CRISTALIN: RENDEMENT EN FONCTION DU COMBUSTIBLE POUR L'ÉCOBUAGE - Site de Ibity



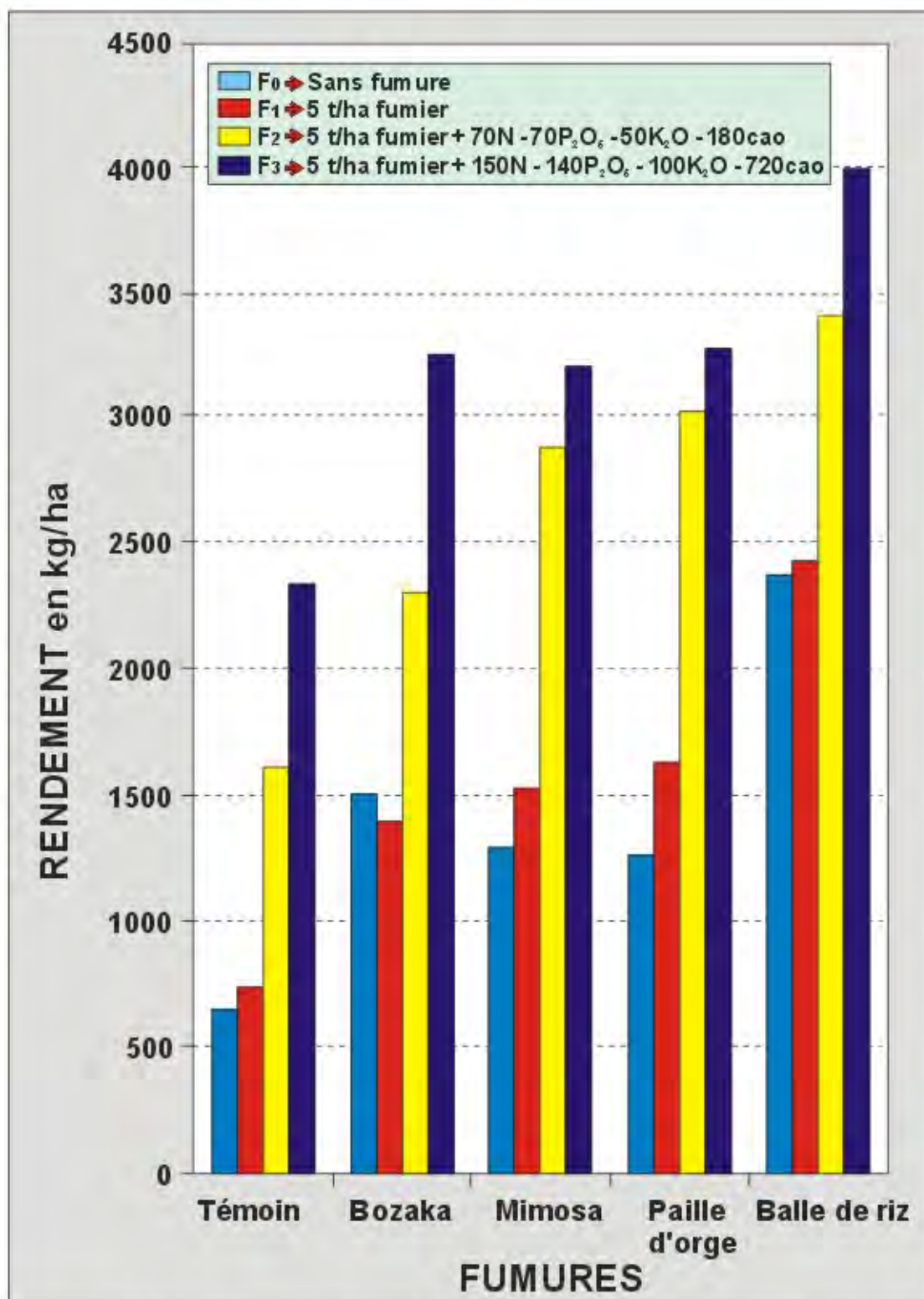
SOURCE: Michellon R., Ségué L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFI -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE: COMPARAISON DE L'ÉCOBUAGE À UN APPORT CORRESPONDANT DE CENDRE - Site de Ibity



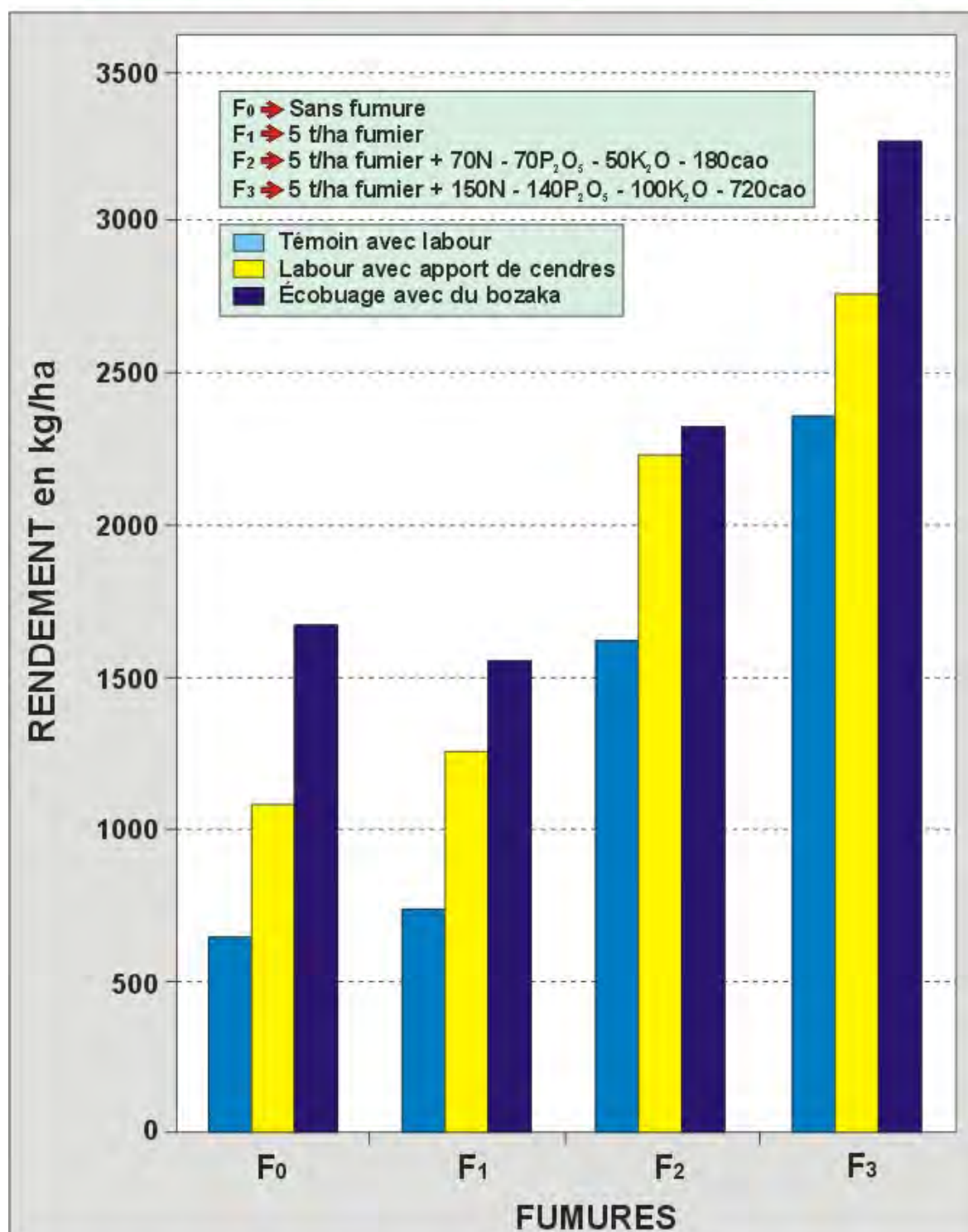
SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFE -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE: RENDEMENT MOYEN EN FONCTION DU COMBUSTIBLE POUR L'ÉCOBUAGE Sites de Ibity et Bemasoandro



SOURCE: Michellon R., Ségué L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG Tafa -

RIZ EN SOL FERRALLITIQUE: COMPARAISON DE L'ÉCOBUAGE À UN APPORT CORRESPONDANT DE CENDRE - Site de Ibity et Bemasoandro



SOURCE: Michellon R., Séguy L., CIRAD-CA; FOFIFA; ONG TAFA -

RESULTATS MAROLOLO

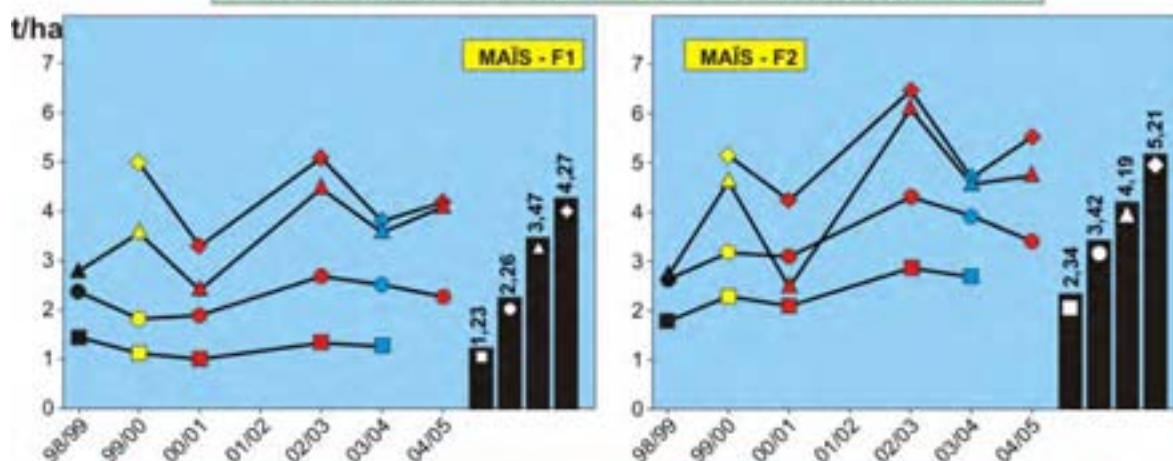
ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS ET RIZ PLUVIAL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE - Site de Marololo, Madagascar

Sols ferrallitiques à fortes potentialités sur roches basiques sur la Rive Est du Lac - Site de Marololo

SYSTÈME DE CULTURE MODE DE GESTION DU SOL	NIVEAUX DE FUMURE
<ul style="list-style-type: none"> Travail du sol Semis Direct sur résidus (SCV) Semis Direct sur résidus + Écobuage 98 Semis direct sur résidus + Écobuage 99 	<p>F1 = 5t/ha de Fumier F2 = F1+76N+72 P₂ O₅+48 K₂ O/ha + 500 kg/ha de Dolomie les 3 premières années</p>

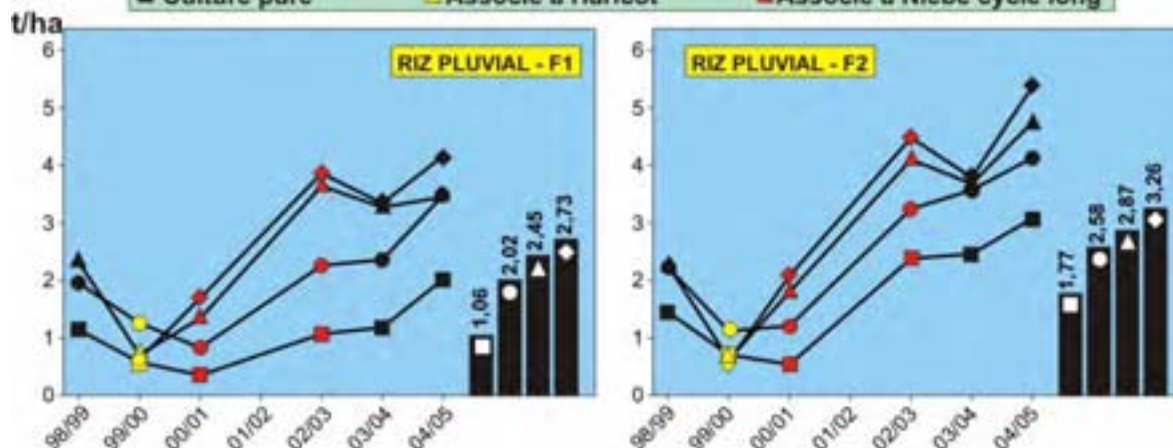
GESTION DE LA CULTURE

- Culture pure
- Associé à *Vigna Umbellata*
- Associé à Niebe cycle long
- Associé à Dolique (*D. Lab Lab*)



GESTION DE LA CULTURE

- Culture pure
- Associé à Haricot
- Associé à Niebe cycle long

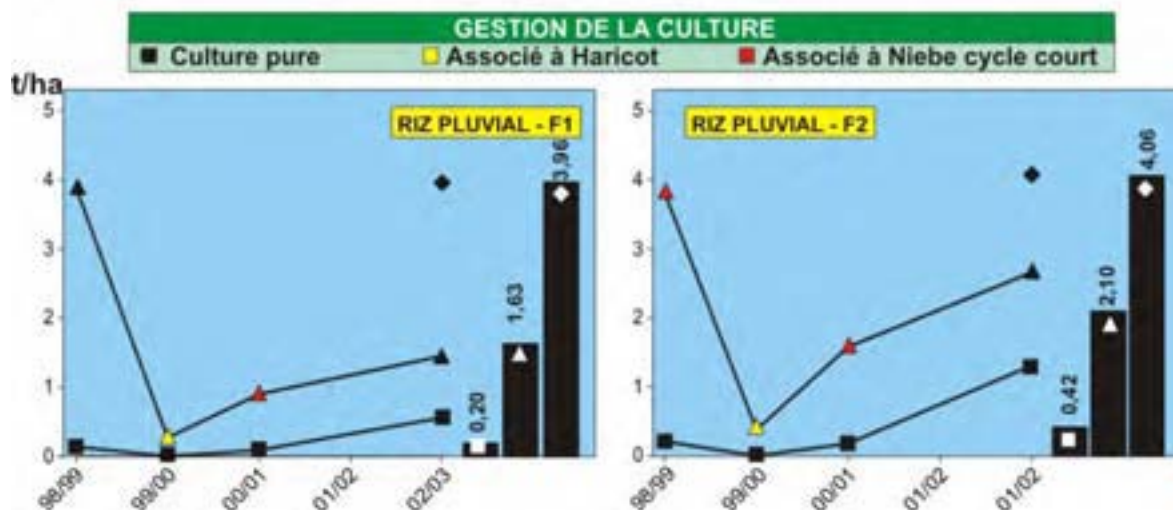
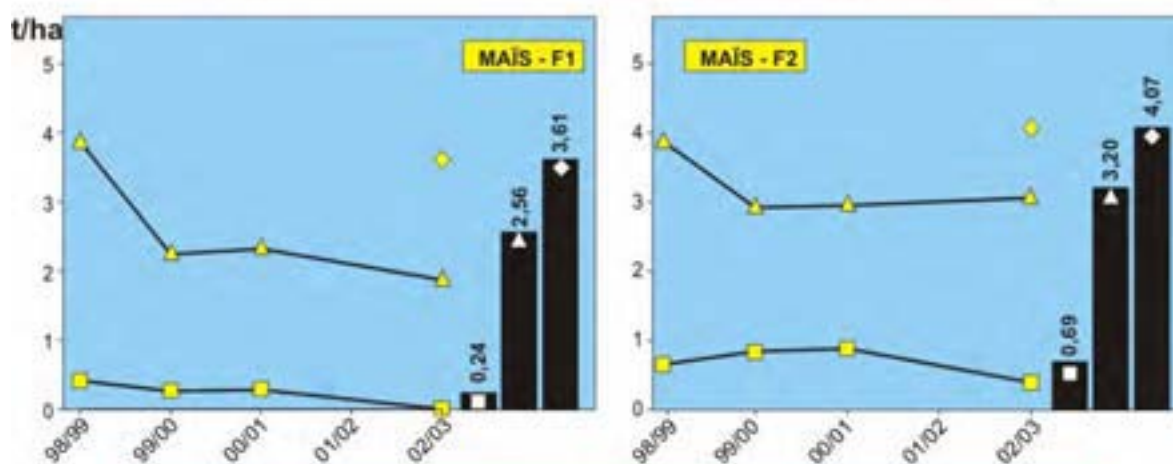


ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS ET RIZ PLUVIAL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE - Site de Manakambahiny, Madagascar

Sols jaunes ferrallitiques à très faibles potentialités sur roches acides de la Rive Ouest du Lac - Site de Manakambahiny

SYSTÈME DE CULTURE MODE DE GESTION DU SOL	NIVEAUX DE FUMURE
<ul style="list-style-type: none"> □ Travail du sol △ Semis Direct sur résidus + Écobuage 98 ◇ Semis direct sur résidus + Écobuage 02 	F1 = 5t/ha de Fumier F2 = F1+76N+72 P ₂ O ₅ +48 K ₂ O/ha + 500 kg/ha de Dolomie les 3 premières années

GESTION DE LA CULTURE
■ Culture pure ■ Associé à <i>Vigna Umbellata</i>

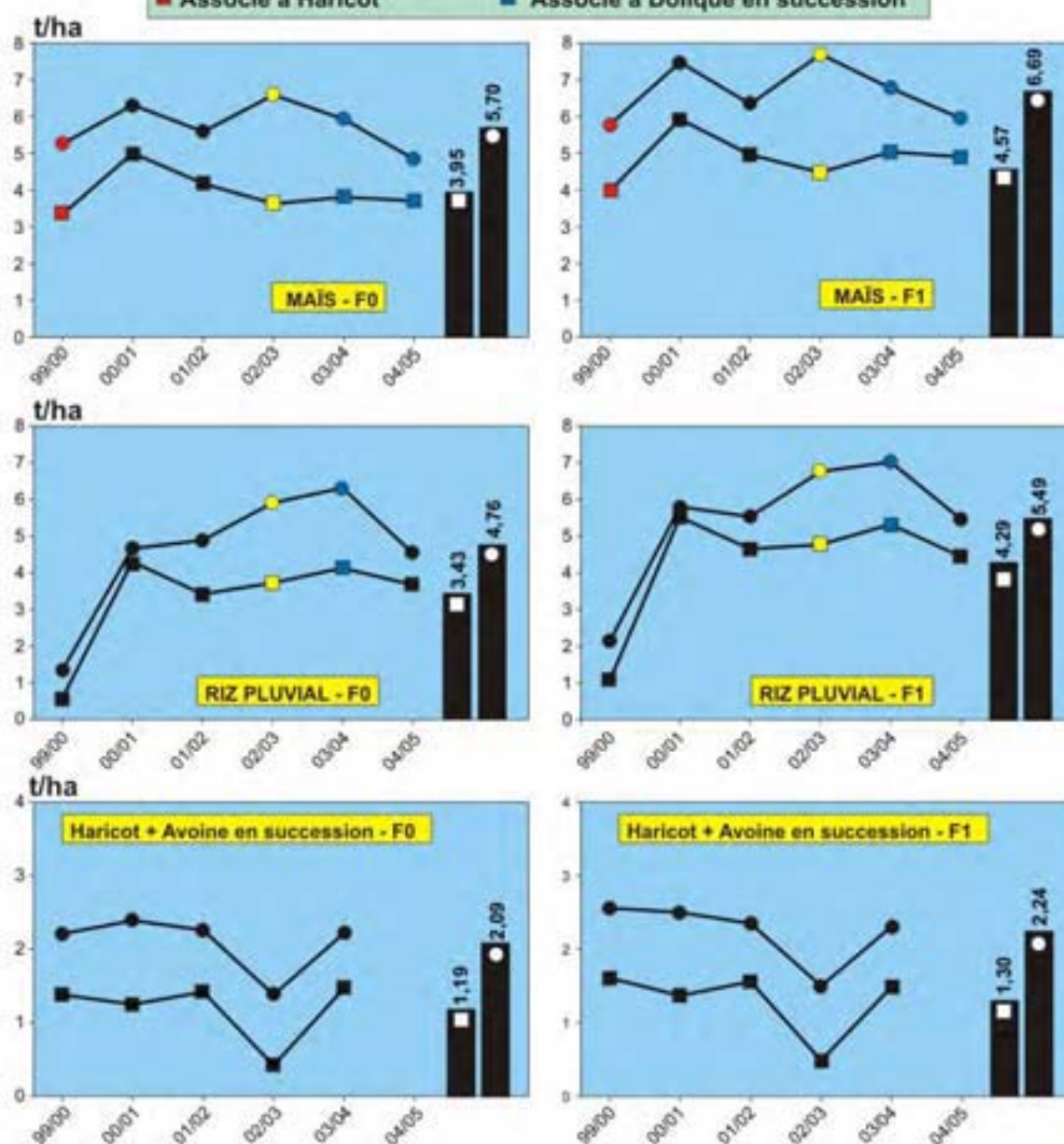


ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS ET RIZ PLUVIAL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE - Site de Marololo, Madagascar

Sols colluvio-alluvionnaires "Baibohos" - Site de Marololo - Rive Est du Lac -

SYSTÈME DE CULTURE MODE DE GESTION DU SOL	NIVEAUX DE FUMURE
<ul style="list-style-type: none"> Travail du sol Semis Direct sur résidus (SCV) 	<p>F0 = Sans fumure</p> <p>F1 = 76N+72 P₂O₅+48 K₂O/ha, sur céréales pures ou associés</p> <p>30N+72 P₂O₅+48 K₂O/ha, sur légumineuses pures</p> <p>46 à 49 N/ha sur céréales pures</p>

GESTION DE LA CULTURE	
■ Culture pure	■ Associé à <i>Vigna Umbellata</i>
■ Associé à Haricot	■ Associé à Dolique en succession



DOCUMENTATION
Département Systèmes Agraires
CIRAD/DSA
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CEDEX 11

Projet recherche-développement lac Alaotra

**Bilan de 9 ans d'expérimentation
d'accompagnement en riziculture aquatique
au lac Alaotra
1980-1989**

Octobre 1989

**Christian FÉAU
CIRAD-IRAT**

Ministère de la Production agricole
et de la Réforme agraire
SOMALAC
55, avenue Lénine — Antananarivo
☎ 281-14
BP 13 Antiparavaravola

Ministère de la Recherche scientifique et
technologique pour le développement
ROPFA-PRD
BP 1414 Antananarivo
☎ 304-60

PRD

BP 80 Ambalondrazaka
☎ 813-72

discrimination de la végétation naturelle qui se confond parfois avec certaines situations rizicoles. Ces résultats ont pu être étendus aux PC Nord.

Cette carte permet de visualiser et donc de mesurer la répartition des différentes situations liées à la maîtrise de l'eau à une date donnée. Etabli régulièrement au cours des années, un tel document serait un moyen efficace d'évaluation des effets des actions de réhabilitation et d'amélioration de la gestion de l'eau entreprises depuis 1985.

L'exploitation de ces données se poursuit actuellement avec la cartographie des bassins versants, en fonction de la nature et de la densité du couvert végétal, indicateur de l'érosion, et la mise au point de logiciels de traitement numérique pour micro-ordinateurs, devant aider à la délimitation des unités agroécologiques du paysage aux différentes échelles (F. Borne, thèse en préparation).

Les acquis agrotechniques

Les variétés

Le tableau I montre l'évolution des objectifs et les acquis pour les rizicultures irriguées. On trouvera dans le tableau II le calendrier des actions et de l'acquisition des résultats pour la riziculture de saison, volet le plus important de notre programme. Le cas des rizicultures mal irriguées, intégré depuis trop peu de temps dans le programme de travail sinon dans les préoccupations de l'équipe, sera traité dans la dernière partie, où les acquis seront restitués dans les grandes orientations possibles pour les années à venir.

Culture unique de saison

Rappel historique

Les variétés de loin les plus cultivées au lac Alaotra, Makaloka 34 (85 % des surfaces) et Rojofotsy 1285 (10 %) sont des variétés sélectionnées parmi des populations locales. Leur diffusion est ancienne, Makaloka 34 ayant été inscrit au catalogue en 1932 et 1285 en 1951. La diffusion de Makaloka 823, créé en 1949 par croisement entre 34 et Vary Lava n° 9, n'a pas été durable, en raison de la récession de l'exportation des riz de luxe pour laquelle il était diffusé. Au lac Alaotra, les travaux antérieurs (Arraudeau M., 1975 ; Giraud R., Grenillet B., Rakotolahy, 1969) ont visé les deux objectifs suivants :

- atténuation des défauts de Makaloka (verse, égrenage), amélioration du grain (longueur, translucidité), à **productivité équivalente** ;
- obtention de variétés à cycle plus court destinées à assurer la soudure et permettre l'étalement des moissons.

Le bilan en 1980 était le suivant :

- le premier objectif semblait pouvoir être atteint grâce à de nombreuses variétés issues d'hybridation entre 34 et 1632, ainsi que par 2523 ;
- pour le second objectif, les tentatives de diffusion n'avaient pas eu de résultat durable ;
- 1285 au lac Alaotra est adapté aux conditions médiocres d'alimentation hydri-

Tableau 1 : Evolution des objectifs et des enjeux en matière d'amélioration variétale.

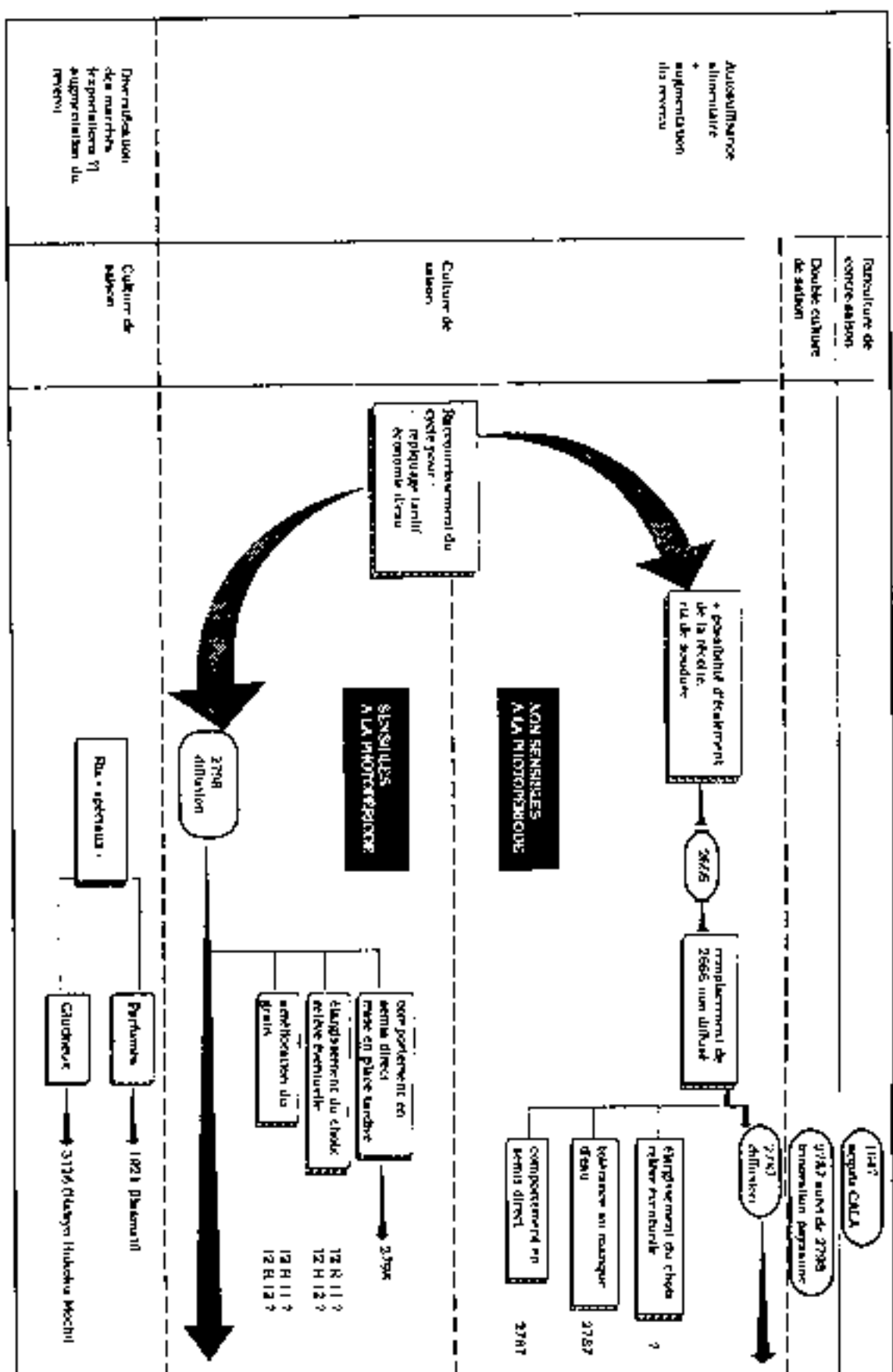


Tableau 11 : Adaptation variétale, riziculture de saison.

	Objectifs - Actions	Station	Vraie grandeur	Multilocal	Acquis
80-81	Raccourcissement du cycle pour une mise en place tardive	x			à confirmer 2523 2666 2798 ? 2800
81-82	Suivie de l'objectif initial	x			
	Confirmation en station et en vraie grandeur	x	test		2666 2798 2800
82-83	Pause pour caractérisation agrotechnique des variétés				
	Confirmation en vraie grandeur		test		2666 2798
83-84	Recherche de variétés de cycle moyen, non photosensibles supérieures à 2666 Augmentation de la souplesse du calendrier	x			
	Confirmation en station et multilocal	x		x	2798
84-85	Recherche de variétés de cycle moyen, non photosensibles	x			2761
	Confirmation en milieu paysan		diffusion 2798	x	2787 2798
85-86	1) Élargissement de la gamme (choix, sécurité) 2) Tolérance au manque d'eau				1 - - 2 - 2787
	Suivi du comportement				2787 2798
86-87	Élargissement de la gamme Raccourcissement du cycle				2694 ?
	Tolérance au manque d'eau				2787
	Suivi du comportement		diffusion 2787		2787-2798
87-88	1) Réponse au engrais en repiquage précoce 2) Relève éventuelle de 2787 et 2798, amélioration du grain	x			1) 2798 2) 12R11-12R12 ?
	3) Raccourcissement du cycle 4) Comportement en semis direct				3) 2805 4) 2796-2767
	Suivi				
88-89	1) Amélioration de la qualité du grain Relève éventuelle de 2798	x			1) 12R11-12R12
	2) Comportement en semis direct				2) 2787 ?
	Suivi				2787-2798

que. En irrigué, l'avantage d'une récolte précoce en riz de soudure, ne compense pas la perte de rendement par rapport à Makalloka 34 (Calraud et al., op. cit.).

- 1055 présentait le même inconvénient.
- 462, productif, adapté à l'élevage (usine Galland à Andramosabe au PC Sahamaloto) a été cultivé sur 4 000 hectares en 1975 après six ans de diffusion ; à ce niveau d'extension, des difficultés d'approvisionnement en semences ne suffisent pas à expliquer sa quasi disparition.
- 1632, destiné initialement à la grande culture mécanisée, n'a jamais été adopté par les paysans en raison de l'extrême difficulté de son battage. Il s'est, par ailleurs, révélé sensible à l'excès d'eau (Dobos A., 1976) donc à la qualité du planage et décevant en grandes parcelles (Féau C., 1983).
- 2523 par son cycle moyen, la réduction de sa paille, la qualité de son grain, semblait pouvoir répondre aux deux objectifs. 2798, productif était considéré comme de cycle long (175 jours). Sa qualité de grain médiocre n'en faisait pas dans ce créneau un concurrent de Makalloka.

Les critères de sélection

Ils ne sont valables qu'en fonction des objectifs prioritaires et des conditions du moment :

— raccourcissement du cycle : cette notion doit être précisée dans le cas de variétés sensibles à la photopériode : nous sous-entendons alors « cycle optimal », en dessous duquel les rendements chutent de façon notable, et dont l'allongement n'apporte que peu de bénéfice. On a même pu observer qu'en rizière peu fertile, un séjour excessivement long peut avoir un effet défavorable sur le rendement ;

— productivité : elle doit être équivalente à celle de Makalloka. Notons toutefois que le prix de vente supérieur du paddy en période de soudure pourrait faire accepter une légère infériorité du rendement. Dans le cas d'une récolte précoce, l'aptitude à la production de repousses (« ratoons ») peut entrer dans l'évaluation de la variété ;

— hauteur de la plante : elle joue sur quatre facteurs :

- concurrence vis-à-vis des adventices,
- sensibilité à la qualité du planage et à la conduite de la lame d'eau,
- attractivité pour les rats (pailles très courtes),
- difficultés de coupe : en coupant à la faucille, les coupeurs ne se baissent guère moins avec une variété à paille moyenne qu'avec une variété à paille longue. La moindre longueur de paille coupée peut rendre moins commode la mise en moyettes et en meules. Le poids de paille manipulé en est par contre réduit.

— égrenage et battage : on doit trouver un compromis entre la réduction de l'égrenage (qui provoque des pertes d'autant plus importantes que les moissons sont très concentrées dans le temps et la main-d'œuvre difficile à trouver) et la facilité de battage (dépiquage par les bœufs) ;

— qualité du grain : les consommateurs semblent attacher plus d'importance à la facilité de cuisson et au goût, qu'au format et à la translucidité du grain. On ne recherche pas un grain trop détaché ;

— résistance à la verse : importante pour les variétés non photosensibles pouvant mûrir en mars : les orages et les coups de vent de la fin de la saison des pluies font verser le riz dans des rizières encore en eau. Les variétés photosensibles comme Makalloka 34 échappent à ces accidents et si elles versent localement c'est dans des

rizières drainées. Les conséquences de la verse, signe de rendement, se limitent alors aux difficultés de récolte :

— état sanitaire : l'incidence des maladies au lac Alaotra est moins forte en riziculture irriguée qu'en pluvial (Tanety et sols organiques mal irrigués). La pyriculariose ne provoque de dégâts significatifs qu'en cas d'épisode frais et humide à partir de la floraison, surtout sur sol organique. La résistance des variétés est difficile à évaluer dans ces conditions.

Le tableau III récapitule les caractères favorables de dix-huit variétés testées et non retenues pour la vulgarisation, caractères favorables qui pourraient être exploités ultérieurement dans des conditions où ne se manifestent pas les caractères défavorables qui ont conduit à les écarter ; nous prendrons l'exemple de 2523 qui a toujours donné en station (Rakotonirahy R.J., 1982) des rendements élevés, mais s'est effondré sur les tests en vraie grandeur, en raison de sa sensibilité à la hauteur de la lame d'eau. Si le planage de la rizière et la conduite attentive de la lame d'eau (mince) redevenaient un objectif d'intensification, 2523 pourrait sans doute exprimer sur ces rizières son potentiel de rendement en grain de qualité.

Le calendrier des actions

Outre le tableau III qui suit, nous donnons en annexe 7 la liste et l'identification des 164 variétés testées au cours des neuf années.

L'annexe 8 visualise la présence des variétés dans nos essais au cours du temps. En annexe 9, nous récapitulons par campagne les différents essais variétaux et les variétés testées sur chacun.

Résultats

Les variétés 2787 et 2798 sont actuellement diffusées. Ahmadi et al. (op. cit.) en donnent les caractéristiques par rapport à Makalioka 34.

	Numéro		
	34	2787	2798
Hauteur (cm)	120	85	90
Tallage*	3	2	1
Résistance à la verse*	9	3	3
Résistance égrenage	9	4	4
Port	5d	d	8d
Cycle (jours)	190	155	165
Longueur panicle (mm)	9,4	8,8	7,5
Poids 1 000 grains (g)	27	28	24
Type	1	1	r
Translucidité**	1	4	4**

* De 0, très bon à 10, très mauvais ; 1, long ; r, rond ; d, dressé ; 8d, demi dressé ; ** Présence d'un centre blanc

Les caractéristiques des variétés diffusées :

Les caractéristiques agronomiques particulières ont été comparées dans la « note n° 1 pour la vulgarisation des variétés 2798 et 2787 » (PRD 10/12/1986) :

Tableau III : Variétés testées non retenues pour la diffusion

Variété	+	-
2666-2667	Cycle moyen	Hétérogénéité d'épialson, grains lâchés, dégarnage
2800	Cycle moyen	Grain rond, égrenage , productivité Moyenne
2523	Cycle moyen, qualité du grain, rendement	Paille courte, sensible à la hauteur de la lame d'eau
1632	Cycle moyen, résistant à l'égrenage	Rendements décevants en vraie grandeur, difficulté de battage
1845	Cycle court	Paille courte, rendement < 2798
3114	Cycle court	Rendement moyen
3188 3190	Productifs	Cycle un peu plus long que celui de 2797 (risque de froids à la floraison)
2592	Bons rendements en repiquage précoce	Médiocre en repiquage tardif
3334	Bons rendements en repiquage tardif	Médiocre en repiquage précoce
3077	Cycle voisin de celui de 2787	Médiocre en tardif
3327	Cycle voisin de celui de 2787	Médiocre en précoce
2805	Cycle court	Médiocre en précoce
2846	Cycle court	Médiocre en précoce
2894	Cycle un peu inférieur à celui de 2798	Rendements faibles
3329	Cycle court	Paille très haute, verse
X51	Précoce	Rendement médiocre sans engrais

Makaloka 34

Cette variété la plus diffusée au lac représente un excellent compromis entre productivité et rusticité, avec une belle qualité de grain.

Cycle : variété **photosensible**. Cycle optimal d'environ 180-190 jours (semis maturité).

Dates de floraisons groupées entre le 1^{er} et le 25 avril environ pour des repiquages échelonnés entre le 1^{er} décembre et le 31 janvier. La date limite de repiquage varie avec la fertilité du sol. Sur les zones très fertiles où le tallage est bon (PC 15 par exemple), elle est plus tardive que sur des zones défavorisées comme Vohibola et Mahakary, où il est nécessaire de repiquer très tôt pour obtenir une densité de panicules convenable.

La date de floraison prédéterminée élimine à peu près tout risque de floraison et de maturation en période défavorable (orage de mars, froid de mai) : **garantie de récolte**.

Fertilisation : la variété répond à une fertilisation modérée. Sa tendance à la verse, une certaine **sensibilité à la pyriculariose** et aux stries bactériennes, en particulier sur sol très organique, imposent une certaine prudence dans l'emploi des engrais azotés.

Notons que les résultats obtenus en 1985 sur les essais **d'urée à montaison** l'ont été sur cette variété. Sur les sols organiques de Vohibola (M4) et de Mahakary (M7) la réponse à une fertilisation NPK est très forte (gain de 2,2 t/ha pour NPK 45-45-45).

Egrenage : l'égrenage est très élevé. Cela entraîne la nécessité d'une coupe à temps, ce qui aggrave la contrainte due à la maturité groupée.

En contrepartie, le battage est facile et rapide avec les moyens traditionnels.

Le grain est long et fin, translucide, et de qualité appréciée.

2798

Végétation : se distingue par une **couleur vert clair**, souvent accompagnée d'un jaunissement de l'extrémité des feuilles. Ce phénomène est plus ou moins marqué selon les endroits et, semble-t-il, les années. Cela n'empêche pas de bons rendements.

Feuilles : étroites et pointues, pailles minces.

Hauteur : plus faible que celle de Makaloka. La différence est assez faible en début de végétation et s'accroît à la montaison. Attention donc dans les zones à risque d'inondation de longue durée (zones aval).

Tirer parti également des expériences d'Itonorine et Kamisy pour situer les zones à risques en cas de cyclone tardif.

Grain : **mi-ron** présentant un petit « ventre-blanc » décortilage facile, sans brisu-

res. Bon rendement à l'usinage. La cuisson demande peu d'eau. Apprécié en « vary sosoa ».

Cycle : variété **photosensible** comme Makalioka 34. Toutefois, pour une même date de repiquage, sa floraison est avancée de huit à dix jours par rapport à Makalioka. En cas de **repiquage très précoce** (octobre à novembre), la floraison peut-être avancée (début mars). Attention dans ce cas à la difficulté de mettre à sec la rizière pour la coupe. Très peu de risque de floraison tardive (froid) en cas de repiquage très tardif : **garantie de production**.

Résistance à la verse et aux maladies : bonne.

Egrenage : beaucoup plus faible que chez Makalioka 34. On a remarqué à plusieurs reprises que l'égrenage diminuait avec la maturation. Le fort égrenage signalé à Imamba n'est pas encore expliqué (récolte trop tardive à forte surmaturité). En contrepartie, le battage est plus long avec les moyens traditionnels, sans atteindre la difficulté bien connue du battage de 1632, frein à la diffusion de cette variété. En battage mécanique, les rendements élevés, le fort rapport grain/paille permettent de forts rendements horaires.

Densité du grain : à volume égal, il pèse environ 10 % de plus que Makalioka (1 kg à 1,5 kg par vaia, 5 à 6 kg par gonyl).

2787

Végétation : aspect très sain.

Hauteur : intermédiaire entre celle de Makalioka et celle de 2798.

Couleur : d'un vert vif, soutenu (moins foncé que Makalioka), pas de jaunissement.

Feuilles : larges au bout presque arrondi, **tiges** épaisses.

Grain : glumelles jaune clair, grain long de belle qualité.

Panicle : vert très clair, presque blanc à l'épiaison.

Résistance aux maladies : identique à celle de Makalioka.

Cycle : variété **non photosensible de 150 jours** semis-maturité environ. Offre donc beaucoup de souplesse :

- repiquage tardif (semis le 20/12, repiquage fin janvier, récolte fin mai) ;
- récolte avancée : semis 1/11, repiquage 10/12, récolte début avril. On peut avancer la récolte à volonté en avançant le semis ;
- calendrier « normal » : repiquage de mi-décembre, récolte début mai.

Résultats d'ensemble

1 2798

Repiquage précoce :

- sans fertilisation : au moins égal à Makalioka dans les mêmes conditions sauf

cas particuliers : rizières sales, à fertilité faible, inondation :

— avec fertilisation : l'expérience a montré que cette variété répondait le mieux à un apport d'azote seul, presque toujours la meilleure variété dans ces conditions. Des rendements moyens de 6,5 t/ha ont déjà été obtenus par les paysans.

Repiquage tardif :

— sans fertilisation : résultats supérieurs à ceux de Makaloka. Le gain est variable (200 kg à 1 500 kg) en moyenne 500 kg :

— avec fertilisation : la seule de toutes les variétés testées à garder une forte **réponse** à l'engrais en repiquage tardif ce qui assure, même dans ces conditions, de bons résultats économiques.

2787

Rendements intermédiaires entre ceux de Makaloka et de 2798.

Réponse moyenne aux fertilisations faibles. Répond en général peu à l'azote et mieux à NPK.

Cas ponctuels de très bons rendements, supérieurs à ceux de Makaloka et 2798 sur :

- Manamontana ;
- PC 15 ;
- Sahamamy et Sahamaloto.

Résultats médiocres sur Anony.

Tableau IV : Rendements moyens de Makaloka 34, 2787, 2798 sur les essais et démonstrations multiloceaux SOMALAC et CIRVA (kg/ha date de repiquage usuelle).

Nombre de points	Campagne	Sans engrais			Fertilisé NPK		
		MK 34	2798	2787	MK 34	2798	2787
20	1984-85	3 700	4 100	3 900	4 900	5 500	4 800
24	1985-86	3 600	3 700	3 500	4 200	4 500	4 100
37	1986-87	4 100	4 700	4 000	5 500	6 000	5 800
21	1987-88	3 900	5 500	4 500	5 700	6 200	5 500
Résultats moyens		3 800	4 500	4 000	5 100	5 700	5 000

La diffusion actuelle

Le tableau V met en comparaison la diffusion actuelle de 2798 sur les zones SOMALAC avec les objectifs fixés aux variétés nouvelles en 1985 (Plan quinquennal SOMALAC).

Notons que la gestion des 2 600 hectares des zones d'Imamba et d'Ivakaka qui comptaient un millier d'hectares de 2798, a été transférée entre les deux campagnes du PC 23 au PC Sahamaloto.

La diffusion de 2798 dépasse largement les objectifs que s'étaient fixés les périmètres à l'exception de l'Anony trop ambitieux peut-être.

Tableau V : Diffusion de 2798

	1987-1988				
	Surface (ha) 2798	Surface (%)	Prévision* hectare	Prévision* périmètre (%)	Pourcentage réalisé
PC 15	792	28	460	16,4	172
PC 23	1 686**	15	956**	8,5	176
Sahamaboto	611	10	750	11,9	121
Anony	913	10	1 593	18,0	57
Total SOMALAC	4 002	13			
	1988-1989				
	Surface (ha) 2798	Surface (%)	Prévision* hectare	Prévision* périmètre (%)	Pourcentage réalisé
PC 15	1 130	40	710	25,3	159
PC 23	1 298	15	816	8,7	159
Sahamaboto	2 128**	24	1 076**	12,1	198
Anony	962	11	2 716	30,6	35
Total SOMALAC	5 518	18			

* : 2 798 + 2 787

** : y compris Imamba et Imakaba.

Bien que les chiffres ne soient pas disponibles, nous pensons que les surfaces en 2798 sur les zones CIRVA sont voisines : il y aurait donc plus de 10 000 hectares de 2798 au lac.

Nous n'avons pas encore de données sur la diffusion exacte de 2787 qui semble plus lente que celle de 2798.

Utilisation effective par rapport aux objectifs

2798 est essentiellement utilisé en repiquage. S'il est effectivement utilisé, comme prévu, sur les zones de repiquage tardif, comme le PC 15 où il couvre 40 % de la surface, sa productivité en repiquage précoce l'a fait se diffuser sur les zones à bonne maîtrise d'eau comme Amparamanina, où des rendements très élevés ont pu être observés (6,5 t/ha de moyenne fertilisée, sur 3,5 ha).

Il est possible qu'en allégeant les contraintes de calendrier en début de campagne (on repiquerait plus tard en gardant le même rendement) 2798 ait contribué au développement des cultures pluviales sur tanety.

2787 a stimulé l'imagination des paysans : certains ont commencé à l'utiliser en repiquage très précoce (en août), ce qui permet après la récolte en janvier de le faire suivre d'un 2798, avec un rendement encore satisfaisant et garanti par la sensibilité à la photopériode.

Par ailleurs, l'aptitude de 2787 à donner des repousses fertiles (repiquage de fin novembre, coupe fin mars) a été notée par les paysans (Sahamaloto et Amparamanina). On peut estimer à près d'une tonne par hectare la production de ces repousses. Dans l'évaluation des résultats de la variété, il faut tenir compte de la plus-value du riz de soudure et des repousses, ce qui à rendement initial équivalent, est économiquement plus intéressant que Makalioka. Certains paysans cultivent un carré de 2787 précoce qu'ils coupent eux-mêmes, pour financer la coupe (salariée) de leur lot de 2798 ou de Makalioka.

Si nous ne voyons aucun inconvénient aux différents usages de 2798, à notre avis 2787 ne devrait pas être utilisé en cas de mise en place tardive : dans ces conditions en effet, il est rare qu'il devance 2798, dont cela reste le domaine : une certaine sensibilité aux borers, à la pyriculose, le risque de froid à la floraison, ou de manque d'eau (sans le garde-fou de la photosensibilité) rendraient dangereux un repiquage trop tardif.

Il est préférable d'utiliser la brièveté de son cycle et sa non photosensibilité pour une récolte de soudure, précoce, avec les meilleurs rendements et les possibilités de repousses et de mise en place précoce d'une contre-saison.

Les limites et les perspectives

L'adoption rapide de 2798 prouve que la variété répondait à l'attente de nombreux riziculteurs : aucune variété depuis Makalioka 34 n'avait connu une telle diffusion, malgré les réserves que l'on pouvait formuler quant à la qualité du grain et la hauteur de la paille. Cependant, les consommateurs ont pu regretter une certaine fadeur et une certaine difficulté à réchauffer le riz qui a tendance à prendre en masse. Certains usiniers ont signalé une mévente de 2798 en début de commercialisation de la collecte de 1988. Quand le consommateur le peut, son choix se porte sur les riz rouges (à Tamatave surtout) ou Makalioka. Tout le riz usiné issu de la collecte de 2798 a cependant fini par se vendre quand la seule alternative était le riz d'importation très peu apprécié des consommateurs. Les demandes des acheteurs

semblant fluctuantes. Il est difficile de juger de l'avenir commercial de 2798 sur les informations (fragmentaires) d'une seule campagne. La recherche avait toutefois cherché à devancer ces éventuelles difficultés en préparant la relève de 2787 et 2798.

□ Relève de 2798 : les croisements de Makalioka 34 et de 2798 réalisés par le CALA dès 1984 ont produit des lignées ayant conservé la photosensibilité des parents, le cycle de 2798, sa productivité (sinon plus) sa réponse aux engrais, et ses rendements à l'usinage avec une paille intermédiaire et un grain plus long et plus translucide ; les lignées actuellement désignées par 12 R 11 et 12 R 12 présentent une homogénéité satisfaisante quant à la végétation, mais pas quant au grain (longueur, couleur des glumelles, présence ou non du ventre blanc de 2798) ; la résolution de ce problème retardera donc malheureusement les tests en milieu réel et l'éventuelle diffusion de ces futures variétés. Le CALA y travaille activement.

□ Relève de 2787 : la relève de 2787 semble plus difficile à assurer : aucune des variétés de ce type n'ayant jusqu'à présent combiné les mêmes qualités de plasticité, productivité et rusticité. La question de la qualité de grain ne se pose d'ailleurs pas pour cette variété : un lot usiné en riz de luxe a été exporté en 1988 vers l'île de la Réunion où il aurait reçu un excellent accueil.

La riziculture de contre-saison

Elle ne saurait concerner que des surfaces limitées : d'une part, il est exclu de puiser dans les réserves des retenues au risque de compromettre la campagne principale, d'autre part seules quelques rivières importantes, pourvues d'une prise aménagée au fil de l'eau pourraient avoir un débit d'usage suffisant pour irriguer une faible surface de rizières en contre-saison. On peut se demander si au niveau du périmètre il n'est pas plus avantageux de consacrer cette eau à des préirrigations, pour le labour précoce et la lutte contre l'enherbement. Quant aux ressources en eau très localisées, elles seraient certainement mieux valorisées par des cultures maraîchères.

La question de la double culture nous avait été posée en début de projet, sur la foi du schéma directeur d'aménagement du lac qui prévoyait à terme la maîtrise de l'eau sur la totalité des rizières SOMALAC et la possibilité d'y pratiquer une double culture irriguée sur 40 % des surfaces. Cet objectif nous ayant paru relever du long terme, nous n'avons pas fait de la recherche de variétés appropriées une priorité, préférant étudier au préalable les conditions de croissance (température, mode de mise en place, fertilisation) du riz en contre-saison (Péau C., contre-saisons, 1982-1983-1984).

Ce travail a été repris par la section amélioration des plantes du CALA qui y a adjoint un volet « sélection variétale ». Les conditions climatiques en contre-saison au lac sont telles que l'on peut utilement y cribler les collections prescrites non seulement pour la culture de contre-saison locale mais aussi pour la culture de saison en altitude.

Ces travaux ont abouti à la mise au point d'un itinéraire permettant une culture productive de contre-saison :

- variété 1647 (Ootori) : cycle semis-maturité 200 jours ;
- semis mi-mai, repiquage mi-juillet, récolte mi-décembre ce qui impose le choix de 2798 en deuxième cycle, qui peut être repiqué jusqu'à mi-janvier sans perte de rendement.

En pratique, quelques paysans ont adopté une solution qui se rapproche davantage d'une double culture de saison :

La double culture de saison

Les développeurs ayant d'autres priorités, l'itinéraire précédent n'a pas connu de diffusion immédiate. Quelques cultivateurs ont mis au point leur propre itinéraire, à partir de 2787 mis en pré vulgarisation entre temps.

Par rapport au schéma initial, le semis et le repiquage sont retardés. Le repiquage a lieu fin août-début septembre, ce qui repousse la récolte à la première quinzaine de janvier. Cela permet encore, si l'on ne perd pas de temps, de faire suivre 2787 d'un 2798 (Ambohiboromanga). Cette solution ne résout pas bien sûr le problème de l'eau puisque les repiquages ont lieu avant le début des pluies, à l'étiage des rivières. Le riz trouve des conditions de reprise et de croissance plus favorables.

Notons l'intérêt économique de l'opération : en janvier, le paddy ainsi récolté s'est vendu le **double** du prix de la campagne précédente (pour des rendements de 2,5 à 3 t/ha) (Ambohiboromanga). Certains agriculteurs ont également utilisé 1632 suivi de 1285 (Ankazotsaravola) ou des variétés locales suivies de 2798 (Imamba).

Notons que cette récolte se situe en pleine saison des pluies. Cela pourrait créer des difficultés de séchage si la pratique se diffusait sur de grandes surfaces.

La diversification des marchés

L'ensemble des activités des projets d'intensification et de recherche visé à satisfaire l'objectif prioritaire de l'autosuffisance alimentaire de Madagascar. L'amélioration de la productivité des rizières doit se traduire également par une augmentation du revenu des paysans, les solutions les moins coûteuses (variétés) ou à la rentabilité la plus élevée (urée à montaison) ayant été privilégiées.

Toutefois, sans que cet objectif national soit abandonné, les activités d'exportation, génératrices de devises ont retrouvé une nouvelle faveur.

Par curiosité personnelle, nous avons entrepris à partir de 1984 la multiplication et la culture de Basmati (n° 1921) puis d'un mochi* (3126).

Basmati : intéressé par la qualité exceptionnelle du riz obtenu, le centre semencier d'Anosiboribory l'a cultivé sur 7 hectares en 1987-1988 et 12 en 1988-1989. Les rendements (2 t/ha) sont inférieurs de près de la moitié à ceux de 2798 ou 2787, mais le paddy s'est vendu en 1988 au **triple** du prix courant et le centre en 1989 avait des offres au **quadruple** du paddy tout-venant. Le riz usiné trouve preneur à de prix très élevés dans la communauté asiatique de Madagascar.

Des tests en semis direct, mal irrigué, n'ont pas donné de résultats très inférieurs à ceux du repiquage, irrigué : la perte de production par rapport au système usuel serait donc moindre et l'avantage financier supérieur. Nous pensons qu'outre le marché intérieur, Madagascar peut être bien placé pour exporter au moins sur l'océan Indien.

Rappelons qu'en riz de luxe, Basmati se vend de 23 à 29 F le kilogramme en France (5 750 à 7 250 F/MG).

* Mochi : terme générique japonais pour les riz glutineux.

3126 : Hairy Hukoku mochi. Riz glutineux (ne-mai pour les Chinois du lac Alaotra) : les quelques producteurs du lac en avaient abandonné la production, faute de semences pures. Il semble que la variété autrefois cultivée soit Nép (1333) d'origine vietnamienne. Vers 1960 une petite quantité aurait été exportée à l'île Maurice (information verbale, M. Rabenony). Traditionnellement réservées à des circonstances particulières, ces variétés ont probablement un marché plus étroit que Basmati. 3126, d'origine japonaise a donné des rendements satisfaisants, peu inférieurs à ceux de Makalioka 34.

La fertilisation

Nous récapitulons dans le tableau chronologique ci-après, les objectifs des actions successives en matière de fertilisation, les essais correspondants s'il y a lieu (en station ou multilocal en milieu paysan) et les acquis. Les objectifs ont été regroupés en cinq thèmes principaux.

	Objectifs, essais	Station	Multilocal	Acquis
1980 1981	1 2 centres de balles, factoriel FAO 3 4 semer d'engrais 5 fertilisation mise en place tardive	x x x		
1981 1982	1 2 centres de balles 3 4 supergranules d'urée 5 introduction variétés à fertilisation	x x		effet de la silice
1982 1983	1 2 oligo-éléments 3 4 supergranules d'urée 5	x x		
1983 1984	1 cartographie du milieu physique 2 essai local (rendu court) III 3 jaunissement 2796 (2) 4 supergranules d'urée 5 factoriel urée	x1 x2		efficacité de l'azote tardif
1984 1985	1 2 soustracé local (1) 2796 (2) 3 soustracé local, soufre 4 urée multilocal 5 multilocal fertilisation 2796 (2)	x1 x2	x x1 x2	urée multilocal: sonage de la réponse à NP
1985 1986	1 2 soustracé T 3 soustracé T, factoriel T 4 phosphore (1) urée multilocal (2) 5 variétés à fertilisation (multilocal)	x x1 x2	x2	réponse variable
1986 1987	1 diagnostic local 2 soustracé T 3 soustracé T, factoriel T, multilocal 4 phosphore (1) urée multilocal (2) 5 multilocal VAP	x1 x2	x	réponse variable
1987 1988	1 test N-NP 2 soustracé T 3 soustracé T, factoriel T, multilocal 4 urée mode d'emploi 5 multilocal VAP: arrière effet P (1)	x x1	x x1	réponse variable
1988 1989	1 test N-NP, analyse sol planée 2 soustracé T 3 soustracé T, factoriel T, multilocal 4 urée mode d'emploi, formes d'engrais 5 multilocal VAP (1) arrière effet P (2)	x x1 x2	x x1	effet persécution mode d'emploi urée multilocal valorisation arrière effet P

1. **Diagnostic** : actions et essais spécifiquement destinés à élaborer un dispositif de diagnostic de la fertilité et d'approche de la fertilisation à conseiller au **niveau de la parcelle**. Il va de soi que l'ensemble des essais, les multiloceaux surtout contribue au diagnostic à un niveau plus élevé, zone, périmètre, région.
2. **Etude des facteurs limitants** : identification des éléments susceptibles de constituer des facteurs limitants de l'amélioration des rendements et étude de la réponse à court terme à l'apport de ces éléments.
3. **Suivi de la fertilité** : évolution de la fertilité dans des systèmes intensifiés (variétés productives), étude du maintien ou de l'amélioration à long terme de cette fertilité (effets cumulés des apports de fertilisants en arrière effet).
4. **Economie des intrants** : étude des formes d'engrais, des modalités d'application (mode, date, dose) les plus performantes (exemple : urée montaison).
5. **Mise au point d'une politique de fertilisation à la parcelle à partir de 1-2-3-4 et actions spécifiques.**

Rappel des résultats antérieurs : situation actuelle

De nombreux essais de fertilisation ont été conduits à Madagascar de 1950 à 1980, dans des contextes économiques différents entre eux, et différents de celui des projets actuels.

Les travaux conduits sur les hauts plateaux visaient une riziculture familiale, aux exploitations de faible superficie, où la rizière doit avant tout satisfaire des besoins alimentaires familiaux. La situation n'a guère changé qu'au niveau des rapports coûts des intrants/prix du paddy/journée de travail (Celton J., et coll., 1970 ; Velly J., 1966, 1967, 1968 ; Celton J., Marquette J., 1970).

Les recherches conduites à cette époque au lac Alaotra se placent pour les premières en date dans le cadre d'une riziculture comptant une forte proportion de grandes exploitations motorisées obtenant par les seules techniques culturales des rendements très supérieurs à ceux de la riziculture traditionnelle, avec les risques que cela comporte pour le maintien de la fertilité, et d'hypothèses de mise en valeur des plaines incluant l'amélioration de l'élevage, la production de fourrages, d'engrais verts et de fumier.

Les essais pérennisés de l'époque associent donc à la fertilisation minérale les enfouissements de paille, fumier, engrais verts (Roche P., 1953 ; Dobos A., 1976).

La situation actuelle (de 1980 à ce jour) est différente en ce que :

— les exploitations moyennes, travaillant en culture attelée l'emportent largement en nombre et en superficie. L'enfouissement de la paille y est d'autant moins envisageable que :

- la technique de récolte et de battage la concentre sur un point de la parcelle,
- elle est de plus en plus souvent exportée vers le village pour l'alimentation du bétail.

— le développement des cultures de tanety, provoqué par la diffusion de variétés de riz pluvial au cycle mieux adapté au calendrier des pluies (IRAT 134, IAC 25)

* Les liaisons verticales entre essais identifient les dispositifs pérennisés.

interdit d'apporter aux rizières le fumier (de la poudrette de parc en fait) nécessaire aux tanety et disponible en quantité limitée éventuelle. L'amélioration de la production du fumier, en quantité et qualité (fumier de ferme) devait avant tout profiter aux cultures de tanety, en expansion constante.

Les difficultés d'approvisionnement, le coût des engrais et ses fluctuations (par rapport aux prix du paddy) doivent être pris en compte, les paysans ayant d'ailleurs des idées précises sur ces questions, nous le verrons.

Dans un premier temps, en riziculture irriguée, le système de culture de référence a été le repiquage à temps de Makalioka 84, non fertilisé, la variété ayant une réponse moyenne à la fertilisation, réponse limitée par ailleurs par sa tendance à la verse. Nous avons cherché nous l'avons vu, à nous rapprocher des résultats de ce système sur l'ensemble des rizières irriguées en contournant par le biais variétal le problème du respect du calendrier cultural. Toutefois, les essais de fertilisation conduits parallèlement, à un niveau moindre de priorité, nous ont permis au moment de la diffusion des nouvelles variétés valorisant mieux que Makalioka la fertilisation minérale, de proposer en même temps aux paysans et aux vulgarisateurs une fertilisation rentable à court terme et un dispositif de suivi de la fertilité.

La réponse à court terme à une fertilisation minérale

Les facteurs de variation de la réponse aux principaux éléments.

Le sol

L'ensemble des essais multilocaux fait apparaître deux types de réponse à la fertilisation.

□ **L'azote** seul suffit à assurer une augmentation de rendement notable (de 600 à 1 700 kg/ha selon les doses), qui n'est que peu augmenté par un apport complémentaire de phosphore ou de potasse. Ce type de réponse se rencontre sur les sols minéraux ou moyennement organiques sur substratum argileux :

□ **le phosphore** est le facteur limitant : toutefois, un apport de phosphore n'a pas d'effet immédiat et seules des formules complexes NP ou NPK apportent une augmentation de rendement appréciable. Ce type de réponse s'observe sur les sols organiques avec des variations locales : l'azote apporté seul peut y conserver une certaine efficacité, limitée, ou y être totalement inutile. Les augmentations de rendement dues à NP ou NPK sont proches de celles observées avec l'azote, là où il suffit. Des gains supérieurs à 4 t/ha ont cependant été observés sur certaines parcelles du PC 23 (maille 7 de Makakary) : ce serait là un exemple de perte de fertilité causée par des productions élevées obtenues par les seules techniques culturales sur une des grandes exploitations motorisées d'autrefois (communication personnelle P. Roche).

Les essais multilocaux d'urée à montaison (Annexe 11) ont montré une variation de la réponse permettant de hiérarchiser les unités pédologiques (Féau, 1985 a). Cette hiérarchie correspond approximativement à celle établie par M. Raunet sur des critères globaux (Annexe 2). Malgré le nombre limité de points et leur représentativité insuffisante, on notera une convergence des résultats des tests N-NP (Féau, 1989 a) :

Hiérarchie M. Raunet aptitude décroissante à la reculture irriguée		Classement urée montaison pairs décroissants		Test N-KP significative déclinante de la réponse à N
UP :				
44	baïboho argileux	44	baïboho argileux	
46	baïboho limono-mucacé	32	moyl. organ. très argileux	
28	minéral très argileux	28	minéral très argileux	28 minéral très argileux
32	moy. organique très argileux	25	minéral arg. o sableux	32 moy. organique très argileux
35	tourbe peu épaisse argileux	35	tourbe peu épaisse argile	46 baïboho
25	minéral argile sableux	37	tourbe épaisse argile ou sable	25 minéral argile sableux
31	minéral hétérogène	31	minéral hétérogène	35 tourbe peu épaisse argileux
37	tourbe encore épaisse	45	baïboho sur levées	31 minéral hétérogène
		38	tourbe épaisse sur argile	
		46	baïboho limono-mucacé	

Le seul élément aberrant de cette comparaison est le classement de l'unité 46, (baïboho limono-mucacé) dans les essais d'urée à montaison, en contradiction avec l'ensemble des résultats obtenus sur ce type de milieu (P. Roche op. cit.). Cette unité était, il est vrai, représentée par deux essais seulement.

La baisse d'efficacité de l'azote à montaison sur les sols les plus organiques s'accompagne d'un risque d'aggravation de la sensibilité du riz à la pyriculariose observée sur ces sols. Nous avons vu que ce risque était lié à des épisodes froids et humides au début du remplissage du grain, naturellement imprévisibles au moment de l'apport d'azote, mais d'autant plus importants que la floraison (donc le repiquage) est tardive.

La réponse à l'urée au repiquage varie dans le même sens que celle à l'urée à montaison : une forte efficacité de l'urée à montaison correspond à une forte efficacité de l'azote au repiquage (suffisant) ; une faible efficacité à la montaison correspond à la nécessité du phosphore au repiquage.

Il ne s'agit là que d'une correspondance permettant d'utiliser la carte du milieu physique au 1/50 000 pour une orientation des réflexions quant à l'élaboration d'une politique de fertilisation au niveau du périmètre et non d'un moyen de diagnostic au niveau de la parcelle : il y en a d'autres, nous le verrons.

Cette dichotomie des réponses entre sols minéraux et sols organiques se retrouve pour la silice : les analyses de feuilles particulières ont montré de fortes variations de la teneur en silice entre sols minéraux (teneurs les plus élevées) et organiques (teneurs moitié moindres). Les essais de cendres balles effectués sur sol organique ont montré un effet net de cet apport sur le port de la plante et sa résistance à la verse, bien que peu significatif sur le rendement.

Pour les autres éléments :

— l'effet de la potasse est variable et faible : si l'on peut l'apporter sans risques (sinon le surcoût) en sols organiques, nous rappellerons les baisses de rendement fréquemment observées sur NPK par rapport à NP (voire N) sur les rizières de l'Anomy, pour lesquelles nous n'avons pas d'explication satisfaisante. Des effets dépressifs de PK avaient été signalés par Roche, Joliet, Velly, 1957 sur baïboho en présence de doses d'azotes inférieures à 80 kg/ha (cité par Godon, 1988) ;

— l'apparition, localement, des taches de bronzing correspond à des situations topographiques particulières (voisinage de talus de routes, digues, voie ferrée), le confinement du milieu entraîne alors l'accumulation de fer ferreux, jusqu'à la toxicité ;

— l'apport de dolomite, sur les sols organiques, d'abord à dose faible (500 kg/ha) puis plus élevée (2,5 t/ha) n'a jamais eu d'effet significatif sur le rendement, et au contraire un effet dépressif sur la végétation (aspect général apprécié visuellement). Cette dolomite ne serait pas assez finement broyée pour être rapidement efficace. Roche, Joliet, Velly (op. cit.) signalent des effets intéressants sur baibobos de la chaux agricole d'Ambatondrazaka, produite autrefois à partir des cipolins d'Antanambivavy.

Les variétés

Aux doses utilisées sur nos essais (fertilisation azotée la plus forte : 60 N au repiquage et 45 à montaison, 140 P_2O_5 , 80 K_2O), Makaloka 34 répond aux engrais : s'il semble d'une manière générale nécessiter une fertilisation NPK complète pour donner des niveaux de rendement élevés, nous devons rappeler que sur les 209 points d'essai d'urée à montaison de 1985 dont nous verrons plus loin les résultats très positifs, 196 étaient implantés dans des parcelles de Makaloka 34 et 10 seulement dans des parcelles de 2798.

D'une manière générale, 2798 se contente d'une fertilisation azotée pour extérioriser ses potentialités, repoussant plus loin que Makaloka, les limites édaphiques de la nécessité du phosphore, 2787 ayant un comportement moins prévisible. Dans la pratique, les différences variétales ont peu d'importance dans les situations extrêmes : N suffisant ou P nécessaire. Pour les situations intermédiaires, aucune règle absolue ne permet de prévoir la réponse d'une variété donnée à l'une ou l'autre des formules.

Les formes d'engrais

L'étude de l'efficacité des formes d'engrais n'a pas été conduite de manière systématique, mais à l'occasion d'interrogations particulières : étude du jaunissement de 2798, hypothèse d'une carence de soufre sur sol organique (Codon P., 1968), demandes particulières de la SOMALAC (campagne 1988-1989).

□ L'azote : les travaux antérieurs (Velly, 1967) ont montré l'inefficacité des engrais nitrifiés en rizière à Madagascar (comme ailleurs en général). Le sulfate d'ammoniaque, disponible en petites quantités en 1980, n'est réapparu sur le marché qu'en 1988 : en 1988-1989, les essais de comparaison avec l'urée, tant au repiquage qu'à montaison ne sont pas significatifs. L'urée reste le seul engrais utilisé couramment au lac. Il est du reste le moins coûteux au kilo d'azote apporté à la rizière.

□ Le phosphore : en 1980, on pouvait encore trouver de l'Hyper Reno granulé dont l'efficacité en rizière est très inférieure à celle de la poudre (vérifié à plusieurs reprises, communication personnelle J. Arrivets). Par la suite, les comparaisons entre Hyper Reno poudre et Super Triple n'ont pas donné de différences significatives.

□ Les formules complexes : la formule diffusée au lac Alaotra et dans d'autres régions pour l'ensemble des applications est le NPK 15-15-15. Au cours de ces dernières années on a pu trouver une formule 16-16-16 qui contrairement à ce qu'ont pu affirmer les distributeurs, ne diffère pas fondamentalement du précédent : les deux engrais ont été analysés dans les laboratoires du CIRAD en 1986.

	15-15-15	16-16-16
Azote dont nitrique ammoniacal	14,07 5,05 (36 %) 8,92	15,92 6,80 (43 %) 9,12
P ₂ O ₅ total P ₂ O ₅ soluble eau	14,50 9,77 (67 %)	15,11 9,85 (65 %)
K ₂ O total	16,29	16,19
K ₂ O soluble	13,09	12,41
S	2,45	Traces
Cl	13,66	13,80

Ces analyses confirment les teneurs annoncées en éléments totaux. La part de l'azote nitrique semble élevée pour une utilisation en rizière, mais surtout, la part du phosphore soluble dans l'eau est faible par rapport au P₂O₅ total. De nombreux paysans utilisateurs ont déploré le manque d'efficacité d'un apport unique de 15-15-15. Nous avons par contre pu observer une élévation progressive du rendement de 3 à 4,7 t/ha en trois ans d'apport sur le centre semencier d'Antsofobory (pépinières), où le 11-22-16 utilisé ensuite semble avoir une meilleure efficacité immédiate. Il est préférable, pour les sols organiques nécessitant une formule binaire (NP) ou ternaire (NPK) de prévoir des formulations à base de phosphate d'ammoniaque assurant un démarrage plus rapide de la culture : les effets conjugués de N et P se manifestent en effet sur les sols organiques peu fertiles par une accélération de la reprise et du tallage à son début.

Les modalités d'apport

■ L'azote

□ **Les travaux antérieurs** (conduits sur les hauts plateaux) par Velly et Latrille (1965) montrent un effet précoce de l'azote sur la croissance et le tallage, qui s'atténue rapidement, et pas d'effet du fractionnement sur le rendement. L'apport tardif d'azote (en principe deux semaines avant l'initiation des primordia) entraîne une élévation importante mais fugace (un mois) de la teneur en azote de la plante. A partir des dates données par les auteurs on peut estimer que cet apport a lieu de 50 à 55 jours avant l'épilation.

□ **Les supergranules d'urée** : de 1981 à 1983 nous avons testé en collaboration avec le Programme engrais malagasy (MPARA-FAO) cette forme d'azote, par rapport à un apport unique d'urée au repiquage (enfouie entre les lignes) aux doses de 27, 54, 81, 105 kg d'N (Féau, 1982 a, 1983 a, 1984 a). L'urée assure un démarrage (reverdissement, croissance, tallage) plus rapide que les supergranules. Ceux-ci au contraire gardent la plante verte jusqu'au remplissage du grain (jaunissement au tallage avec l'urée) et assurent à partir de 81 unités d'azote, un surcroît de récolte pouvant dépasser 1 500 kg/ha. La méthode trouvait ses limites non dans le surcroît de la formulation (évalué à 10 % environ pour des granules d'un gramme) mais dans le surcroît de travail, envisageable sur les petites exploitations des hauts plateaux mais pas au lac. Le fractionnement des apports de perlurée avait été exclu du protocole, car sur les hautes terres, l'apport en couverture est rendu aléatoire par l'irrigation en cascade.

U **Les démonstrations SOMALAC** : au cours de la campagne 1983-1984, la SOMALAC met en place des démonstrations d'apport d'urée fractionnée : 100 kg/ha au repiquage, 100 début montaison (date d'apport définie avec la DRAA). Les résultats du PC 15, où un traitement = 100 kg au repiquage + avait été ajouté, montrent que ce traitement apporte 500 kg de paddy, et le traitement 100 + 100 = 1 500 kg.

U **L'urée à montaison** : l'effet des supergranules, l'efficacité de l'apport tardif sur les démonstrations SOMALAC nous font proposer à celle-ci en 1985 un test d'urée à montaison. Le choix de la date d'apport s'appuie sur les travaux de Matsushima S., 1970. Elle est fixée à trois semaines avant floraison soit environ un mois plus tard que celle adoptée par Velly et Laurille (op. cit.). Un calendrier est établi pour Makalloka 34 en fonction de la date de repiquage ou de semis direct.

Repiquage	Apport	Semis
15-12 au 1-01	10 mois	1 au 15-11
1 au 15-01	15 mois	15-11 au 15-12
15-01 au 1-02	20 mois	après le 15-12

Sur les 209 tests mis en place par les agents de vulgarisation de la SOMALAC, le gain moyen est de **870 kg/ha** pour 45 unités d'azote (100 kg d'urée/hectare).

Le coût de l'urée étant de 140 FMG/kg soit exactement 2 kg de paddy, seuls cinq essais voient l'augmentation de rendement inférieure à la mise. 29 résultats n'atteignent pas le classique rendement valeur-coût de 2 : 82 % des résultats le dépassent donc.

Les résultats sont donc assez probants pour que la SOMALAC en décide la diffusion au cours des campagnes suivantes, tandis que la CIRVA à son tour mettait en place des tests sur ses zones. De notre côté, nous poursuivons en station la mise au point du mode d'emploi : nécessité du drainage (non indispensable) date d'apport (confirmée), possibilités d'abaissement de la dose à 70 kg/ha (31 kg N) (essai non significatif, confirmation à poursuivre).

Une note d'information, donnée en **annexe 11** fait le point de ces travaux, à l'usage des vulgarisateurs.

Les avantages de cette méthode résident dans son efficacité, son large spectre d'application (repiquage tardif ou précoce, semis direct) son efficacité, sa rentabilité, et sa sécurité : on peut juger de l'état de la rizière (quasi-définitif en mars) et seuls des risques de pyriculariose en sol organique, ou de grosses difficultés de drainage après un éventuel cyclone tardif peuvent inciter à la prudence.

La diffusion avait commencé de façon encourageante en 1987 en particulier sur le périmètre d'Ivakaka. Les fluctuations du prix du paddy qui ont suivi la libéralisation de la collecte l'ont freinée, plus que l'augmentation du prix du kilo d'urée, qui demeure proche en tendance de 2 kg de paddy (conditions initiales de 1985).

La SOMALAC a décidé en 1989 d'en relancer la vulgarisation, considérée après les variétés, comme un élément essentiel de sa politique d'intensification. L'objectif visé de 80 tonnes vendues n'a toutefois pas été atteint, 500 hectares seulement (50 tonnes) auraient été fertilisés en mars 1989.

■ Le phosphore

L'Hyper Reno disponible au lac, reliquat d'anciens stocks était cédé à un prix dérisoire (50 à 60 FMG/kg). Le Super Triple importé par la SOMALAC en 1987 a vu son prix passer à près de 600 FMG compte tenu des dévaluations survenues entre temps (cf. annexe 6). Le coût de l'unité du P_2O_5 passe ainsi de 210 à près de 1 300 FMG. Etant donné l'efficacité du phosphore sur certaines mailles de sols organiques, nous avons testé des moyens d'économiser cet intrant :

- pralinage des plants avec un mélange d'argile et d'Hyper Reno ;
- surfertilisation de la pépinière en P_2O_5 (suggestion de L. Gachon, communication verbale) dans l'hypothèse d'une accumulation permettant un effet sur la précocité de la reprise et du tallage (Féau 1986 a, 1987 a). Les essais n'ont malheureusement pas apporté de réponse à la question posée, réponse au phosphore insuffisante ou difficultés de mise en place. Nous croyons savoir que le FOPIFA travaille sur le pralinage des plants sur les hautes terres et en attendons les résultats.

Des essais antérieurs n'avaient pas été probants (J. Celton, J. Velly, 1966).

Les doses

Au cours des premières campagnes (jusqu'à 1985 les essais ont été réalisés avec des doses faibles, que ce soit en station ou en milieu paysan multilocal : 45 unités de N, P_2O_5 ou K_2O en combinaison sur les essais factoriels, la priorité étant donnée aux variétés et aux essais de date de semis en place. Ce problème résolu avec la diffusion de 2798 et 2787, les deux dates de repiquage ont été remplacées par deux niveaux de fertilisation afin d'évaluer le potentiel des nouvelles variétés : le niveau fort est depuis

N = 60 au repiquage + 25 à montaison
 P_2O_5 = 140
 K_2O = 80

le niveau faible devenant

N = 30 au repiquage + 30 à montaison
 P = 60
 K = 45

Ces fertilisations peuvent être approchées par 270 ou 540 kg de 11-22-16 dont l'importation était alors prévue. Notons que les mêmes niveaux et un certain nombre de combinaisons étaient communs à l'ensemble du dispositif :

- essais variétaux du CALA ;
- essais variétaux et de fertilisation en milieu maîtrisé ;
- essais multilocalaux et démonstrations en milieu paysan.

Cette cohérence dans les dispositifs grâce à des traitements communs (recommandation de L. Ségué, 1984) est pour beaucoup dans la cohérence des résultats entre recherche amont, recherche d'accompagnement et démonstrations.

Pour chacune des campagnes, les gains de productivités dus aux fortes doses n'ont pas dépassé 400 kg/ha ce qui est sans rapport avec l'augmentation du coût ; ces fertilisations ne seraient envisageables que dans des cas particuliers déjà signalés (sols organiques maille 7 et voisin de Makakary) sous réserve de tests préalables.

Les effets à terme

Les sols de rizières du lac Alaotra ont des potentiels de production assez élevés puisque certaines zones à bonne maîtrise d'eau comme Amparamanina peuvent produire entre 3 et 4 tonnes de paddy à l'hectare depuis plus de vingt ans sans baisse de rendement perceptible. On noterait toutefois actuellement des rendements inférieurs à ceux traditionnellement admis pour certaines zones des PC Nord (évaluations de rendement SOMALAC) aménagés depuis plus longtemps.

□ **Les exportations** : elles ont été longtemps limitées au grain. La paille nous l'avons vu, commence à être exportée vers les villages pour l'alimentation du bétail qui y est désormais parqué (par crainte des vols essentiellement). Cette pratique est générale dans certains villages risque de provoquer à termes des problèmes d'alimentation en potasse, voire en silice, 4 tonnes de pailles exportant 130 kg de potasse et 400 de silice.

Par ailleurs, les innovations en cours d'adoption, comme les nouvelles variétés 2798 et 2787, comme l'urée montalson, ne peuvent que provoquer une augmentation des exportations sous forme de grain. Le coût d'une fertilisation d'entretien phospho-potassique ne permet malheureusement pas de l'appliquer systématiquement : il convient alors d'être vigilant et de se donner les moyens d'identifier à temps une baisse de fertilité liée à l'augmentation des exportations et de mettre au point les fertilisations les plus économiques permettant de résoudre le problème dès qu'il se pose. Pour cela, les essais de fertilisation sur sol organique ont été pérennisés depuis sept ans et le dispositif multilocal SOMALAC et CIRVA entre 1985 et 1987 ce qui, en attendant les résultats de la campagne 1988-1989 ne donne encore que trois ou deux ans de suivi.

□ **Les apports** : en dehors de toute fertilisation minérale (sauf sur Imamba et une partie d'Amparamanina) les apports se limitent à une restitution partielle par les déjections des animaux pâturant en saison sèche les repousses de riz et d'adventices ainsi que la paille, aux cendres de reliquats de paille brûlés à l'emplacement de la meule avant le labour, ainsi qu'à d'éventuels apports (non mesurés) par les eaux d'irrigation, vraisemblablement très variable selon l'origine des eaux et la position de la parcelle dans le réseau, à l'amont duquel se produit très vite une sédimentation importante.

Les effets à terme des apports (fertilisation minérale)

■ Sur le dispositif multilocal

Après trois ans de culture, on n'observe pas d'évolution sensible des rendements, ramenés en pourcentage du témoin annuel : un seul point Ivakaka maille 4, montre une baisse de rendement de 2798 sans fertilisation : ce point n'a hélas ! pas pu être maintenu en quatrième année. Les parcelles recevant une fertilisation azotée seule maintiennent leurs performances. Sur le PC Sahamaloto on note, également en troisième année une baisse d'efficacité relative de l'azote par rapport à NP. Il est trop tôt pour en conclure à une carence induite en phosphore. Ce point est à suivre attentivement.

■ Les essais pérennisés sur tourbe

Pendant les trois premières années, ces essais ont reçu des fertilisations faibles (cf. ci-dessus), et fortes depuis quatre ans. Il semble actuellement se dessiner, en septième année une action marquée du phosphore apporté seul alors qu'auparavant des rendements élevés n'étaient obtenus qu'avec des fertilisations incluant N et

P. Il semble que l'on obtienne par la durée ce que n'avait pas donné une dose massive de phosphore (420 unités sur un traitement de l'essai soustractif en 1985-1986).

Il est envisagé pour la campagne 1989-1990 de réaliser sur cet emplacement un essai à blanc pour évaluer les arrière-effets des fertilisations apportées.

La question des arrière-effets

Les paysans affirment parfois que si l'on cesse les apports de NPK 15-15-15, les rendements chutent en dessous de leur niveau initial (avant tout apport). Cette idée prend toute son importance dans un système d'approvisionnement qui ne peut assurer la disponibilité constante des engrais. Un certain nombre d'observations nous ont amené à envisager un effet dépressif du reliquat PK :

— effet le plus souvent nul et parfois dépressif (du moins sur la végétation) des traitements PK sur les essais factoriels (Roche op. cit., Féau, 1985 a) ;

— effet dépressif de NPK par rapport à NP sur certains sols minéraux des PC nord.

L'ensemble du dispositif a été utilisé en 1987-1988 pour vérifier cette hypothèse :

— pas d'apport d'engrais derrière la fumure NPK 2 sur les essais multilocus en 1987-1988 ;

— apport d'azote sur NP sur l'essai factoriel du PC 15 ;

— mise en place d'un essai spécifique d'arrière-effet sur sol organique à Anosibori-bory (où certains traitements de l'essai soustractif avaient déjà été utilisés pour l'étude de l'arrière-effet de PK en 1985-1986) de l'ensemble de ces essais, il apparaît :

• un arrière-effet de PK fréquemment négatif sur les sols minéraux de la CIRVA et des PC nord,

• un arrière-effet faible mais positif sur sol organique (Féau, 1989 a),

• la possibilité de valoriser cet arrière-effet sur sol organique par un apport d'azote. Sur sol minéral la réponse se limite à celle de l'azote seul.

Le choix d'une fertilisation

Les éléments de diagnostic

■ Les sols

□ La carte morphopédologique au 1/50 000 : elle permet dans une première approche de séparer sols minéraux et moyennement organiques (UP 32) où l'azote est rentable, des sols tourbeux où le phosphore doit lui être associé, en cas d'apport au repiquage. Dans le cas de l'urée à moutaison le choix consistera à peser le risque de pyriculariose sur sol tourbeux.

□ Les analyses de sol : dans la mesure où le choix le plus important porte sur l'apport de phosphore, nous devons signaler que la méthode d'analyse du phosphore* utilisée pour cette étude pour l'ensemble des sols de rizière et de tanety ne

* Méthode Olsen.

reflète pas le comportement agronomique du riz vis-à-vis de cet élément : en effet c'est en sol organique riche à l'analyse en P_2O_5 assimilable que la réponse à cet élément est la plus nette. Elle est par contre faible ou nulle sur les sols minéraux donnés pour pauvres en P_2O_5 assimilable. Il semble que sur les tanety aux sols moins diversifiés, les analyses soient plus cohérentes avec la nature du matériau originel et la réponse agronomique.

□ La caractérisation pédologique de la parcelle : il y a lieu de vérifier sur le terrain l'appartenance de la parcelle considérée à l'unité pédologique que l'on suppose être la sienne : la précision d'une carte au 1/50 000 n'est pas celle d'un plan de maille au 1/10 000.

Les critères principaux seront :

- la couleur de l'horizon superficiel permettant de distinguer, balobos, sols minéraux des glacis-plaines ou fluvo-lacustres et sols organiques ;
- l'épaisseur de l'horizon organique ;
- les textures, superficielle et profonde.

■ Les techniques culturales

Nous avons vu l'incidence du planage et de la conduite de la lame d'eau sur le choix variétal. Nous pensons qu'un mauvais planage et une lame d'eau trop épaisse, peut limiter considérablement les effets d'une fertilisation au repiquage, en limitant les possibilités de tallage de la plante.

■ La plante

□ La fertilisation ne pourra se raisonner qu'une fois choisie la variété, en fonction des contraintes du calendrier cultural ou des objectifs économiques : riz de soudure, intensification, rattrapage d'un repiquage tardif.

□ L'aspect de la plante : pour les éléments qui nous intéressent spécialement, les éléments d'identification des carences au champ sont simples :

— la carence en azote se traduit avant tout par des plantes d'un vert clair pouvant aller jusqu'au jaunissement des feuilles âgées. Le reverdissement à la suite d'un apport d'urée est très rapide (moins d'une semaine). Ce symptôme nous semble général sur la partie centrale des PC nord, en fin de tallage : il y a là une indication évidente pour l'urée à montaison. En général l'apport d'azote retarde légèrement la floraison ;

— la carence en phosphore entraîne un retard du développement des plantes, qui sont d'un vert très foncé, bleuté, tallent très peu, et un retard de la floraison. On ne doit pas confondre ces symptômes avec ce que l'on peut observer sur une parcelle où l'inondation a détruit un certain nombre de plants, ce qui limite la concurrence pour l'azote : les plants sont alors vert-foncé, mais le tallage dans ce cas est important.

Sur les essais factoriels, tous les traitements contenant du phosphore (même avec azote) se distinguent nettement par leur couleur.

— la carence en potasse, non encore observée se traduit par un dessèchement de la pointe et du pourtour du limbe.

— **les analyses de végétaux** : 330 échantillons de feuilles particulières ont été prélevés sur les essais statistiques de fertilisation sur tourbe et sur les essais multilocus. L'objectif n'était pas de faire de ces analyses un élément opérationnel de diagnostic de la fertilité mais d'y chercher des indices explicatifs pour certaines observations de terrain.

L'interprétation de ces données s'est limitée à ce jour à la comparaison Makaboka 34-2798 sur l'ensemble des couples, et la comparaison des compositions selon les unités pédologiques.

Différences variétales.

Elément	Makaboka 34	2798	2798/MK 34 x 100
N	2,86 %	2,70	94,4
P	0,225 %	0,180	71,1
K	1,12 %	1,066	95,2
Ca	0,40 %	0,414	103,5
Mg	0,11 %	0,086	78,2
Si	6,64 %	9,75	146,8
Zn	21,8 ppm	21,58	99,0

Toutes ces différences sont significatives sauf pour le zinc, mais les plus marquantes concernent le phosphore, le magnésium (moins abondants chez 2798) et la silice (beaucoup moins abondante chez Makaboka).

Unités pédologiques (Makaboka 34) remises non fertilisées

	UP	N	P	K	Ca	Mg	Si	Zn
Minéral argilo-sableux	25	2,26	0,257	1,14	0,307	0,094	11,45	20,25
Minéral très argileux	28	2,44	0,230	1,086	0,259	0,118	11,45	18,62
Tourbe résiduelle	35	2,95	0,205	1,14	0,372	0,081	6,13	21,7
Balchho	46	2,75	0,257	1,117	0,298	0,065	12,1	-

Les moyennes se distinguant le plus des autres sont celles des tourbes pour N (supérieur), P_2O_5 et silice (très inférieurs). Les résultats sont cohérents avec ceux des essais de fertilisation effectués sur ces sols.

Il restera à évaluer la réponse des compositions aux apports de fertilisation minérale sur les essais statistiques et factoriels pour lesquels nous disposons de prélèvements complets par traitement et par répétition, et les relations éventuelles entre composition et rendements sur l'ensemble des observations, pour tirer tous les enseignements de ces analyses.

■ Les essais et tests de fertilisation

En plus des essais multilocus pérennisés, nous avons cherché à mettre au point un test simple permettant de confirmer les hypothèses fondées sur la couleur, le développement de la plante, la localisation de la parcelle, pour les cas intermédiaires entre la réponse à l'azote seul et la nécessité absolue du phosphore (Féau, 1988 a).

Nous pensons que l'apport d'une fumure NP sur 100 m² suffirait à faire apparaître :

— un assombrissement du vert, un léger retard à la floraison en situation de réponse à N :

- un éclaircissement de la couleur et un raccourcissement du cycle en cas de réponse franche à P ;
- une évaluation du gain de production.

Les différences de couleur et de date de floraison n'ont pas été suffisamment marquées par rapport à la précision et à la fréquence des observations.

Les augmentations de rendement ne font que confirmer les résultats de l'ensemble des essais et démonstrations multiloceaux de fertilisation : forte réponse à l'azote sur l'ensemble des sols minéraux (unités 28 et 31), réponse à P_2O_5 en sol moyennement organique (LP 32) et les cas particuliers d'Imamba-Ivakaka où la réponse est globalement faible.

Il manque à l'interprétation de ces tests les résultats de la séquence Amparamanina-Ambohidrony qui présente les deux gradients inverses de réponse à N et P_2O_5 . Ces tests n'ont pu être réalisés par les agents du PC 23 en 1987-1988.

Les choix actuels

■ A court terme

L'urée-montaison semble encore, malgré l'évolution récente des coûts, la fertilisation la plus facile à préconiser, étant la plus rentable, sans risque si l'on tient compte des réserves émises (sol, pyriculariose, propriété de la rizière). Les agents de vulgarisation ont été formés sur le terrain en 1989 à l'identification des stades auxquels l'engrais doit être apporté.

Une fertilisation NPK peut être envisagée sur certains sols organiques. Elle ne devrait pas être préconisée sans une démarche préalable de diagnostic, et si possible un test sur une petite surface pour en évaluer la rentabilité. Ces fertilisations concernent essentiellement le PC 23. Les résultats de la campagne 1988-1989 diront si le test proposé est pertinent ou s'il nécessite une mise au point supplémentaire, en particulier au niveau des observations en phase végétative.

■ A terme

Les essais pérennisés en milieu réel sont trop récents pour faire apparaître une évolution sensible de la fertilité. Les résultats en sol organique mériteraient d'être testés en milieu réel, aucun essai n'ayant pu être pérennisé en sol organique sur les périmètres jusqu'à présent.

La lutte contre l'enherbement

En riziculture à maîtrise d'eau

Les systèmes actuels

Les suivis de parcelles et les tests effectués par le PLI avec la collaboration du PRD (Randriamanplanina, 1988-1989) ont confirmé l'efficacité du 2,4 D sur la plupart des Cypéracées des rizières repiquées à maîtrise d'eau. Toutefois, il est apparu une certaine dérive dans les doses réduites et dates d'application trop tardive qui réduit l'efficacité par rapport au traitement à temps avec un litre et un litre et demi à l'hectare.

Les alternatives

U **En repiquage** : les travaux du P.I.I. ayant confirmé la nuisibilité très précoce des adventices en riziculture irriguée nous avons choisi le désherbage de préémergence comme thème prioritaire : les produits ont été choisis à partir d'acquis antérieurs, et la formulation en fonction de la disponibilité et de la possibilité d'utiliser le parc de pulvérisateurs existant : l'oxadiazon s'est avéré le plus efficace contre les graminées mais surtout, le seul à présenter une efficacité contre les cyperacées annuelles. L'oxadiazon à 250 g.m.a./l.p.c. (herbicide préconisé par l'équipe « systèmes pluviaux » du PRD) en taney et rizières hautes à 5 l p.c./ha) a été épandu sur boue au pulvérisateur, à 2,5 l/ha :

— **trois jours après repiquage**, pour se rapprocher des conditions d'emploi de l'oxadiazon à 250 g.m.a./l.p.c. (disponible en « Shaker-bottle », qui augmente l'écartement des passages).

— **trois jours avant le repiquage**, afin de faciliter l'application sans endommager les jeunes plants.

Malgré le planage médiocre de la rizière, l'herbicide a augmenté le rendement de 1,5 tonne de paddy à l'hectare dans les deux cas, même si le traitement après repiquage a eu une efficacité supérieure. Le traitement semble donc moins sensible à la maîtrise de la lame d'eau qui limitait jusque là l'emploi d'autres herbicides de préémergence.

U **En semis direct à la volée sur boue**, le même produit, épandu cinq jours avant semis a fait preuve de la même efficacité sur graminées (*Ischaemum rigidum*) ; la pendiméthaline, efficace et d'un coût légèrement inférieur, n'a toutefois pas d'effet sur les cyperacées. On peut alors envisager, comme cela se pratique en riziculture pluviale stricte, un traitement complémentaire peu coûteux, au 2,4 D sur les cyperacées et dicotylédones de levée tardive. Il y a là un choix possible en fonction de l'enherbement de la parcelle. Les phytotoxicités observées sur ces semis (surtout avec oxadiazon) sont en cours d'étude (maîtrise de l'eau, degré de prégermination).

La quasi-inefficacité du sarclage manuel et celle limitée des herbicides de postémergence confirment la nuisibilité précoce de l'enherbement.

En riziculture mal irriguée : le riz à rhizomes (*Oryza longistaminata*)

L'*Ischaemum rigidum* est contrôlé, en semis direct sur boue ou à sec par l'oxadiazon : le riz à rhizomes (var. angatra) pose des problèmes complexes :

— on le rencontre sur des mailles à maîtrise de l'eau médiocre où se sont installés des systèmes rizicoles extensifs ;

— la lutte par des moyens physiques se limite à l'extirpation à la bêche des rhizomes jusqu'à une profondeur de 60 cm, ce qui n'est applicable qu'à des pieds isolés, en tout début d'infestation ;

— l'importance et la précocité de l'inondation imposent les dates de traitement ;

— là où les cultivateurs sèment encore du riz avec l'espoir d'une production minime, ils ne sont pas disposés à condamner tout ou partie de la parcelle pendant une campagne pour permettre l'usage d'un désherbant total ;

— pour obtenir l'éradication d'un peuplement déjà dense, il est nécessaire de compléter l'herbicide total coûteux (glyphosate à 360 g m.a./l de 9 à 12 l/ha. Paraquat à

200 g m.a./l, de 7,5 à 10 l/ha) par un traitement localisé, au cours des campagnes suivantes, des touffes ayant résisté au traitement initial : un mode d'application économisant les produits reste à mettre au point.

La question des riz à rhizomes nécessite, parallèlement à la mise au point des techniques de lutte bien engagée, l'élaboration d'une véritable politique reposant sur une demande réelle des cultivateurs.

Les techniques culturales

Le travail du sol

Ce thème a été peu abordé dans le cadre de la riziculture irriguée. La vérification de l'effet de l'augmentation de la profondeur de labour a trouvé peu d'échos parmi les vulgarisateurs au cours de la campagne 1988-1989. La mise au point de techniques de mise en boue et de planage doit devenir un élément important du programme, en raison de ses nouvelles orientations (semis direct et mauvaise maîtrise de l'eau (quatrième partie).

Le repiquage

Les pépinières - minute - pour la production des semences de riz pluvial

- le centre semencier d'Anosiboribory ne dispose pas de terres en lancy de qualité satisfaisante. La multiplication des riz pluviaux y imposerait des rotations, l'achat et le transport, ou la production de fumier, et un suivi difficile ;
- le système racinaire des variétés pluviales s'accommode mal du repiquage.

Le semis direct se heurte aux obstacles suivants :

- le cycle court des variétés ne permet pas la récolte dans de bonnes conditions d'un semis précoce à sec. L'accès aux rizières devient vite impossible, après les premières pluies ;
- les semis directs sur boue n'ont pas été concluants (en raison de problèmes de nivellement, désherbage, etc.).

Nous avons eu l'occasion d'utiliser les pépinières « DAPOG » pour :

- les premiers essais de repiqueuse mécanique (IRRI) ;
- certains essais de contre saison.

Notre expérience de cette technique nous a amené à la suggérer au centre semencier d'Anosiboribory pour la multiplication des riz pluviaux.

En effet, la transplantation des plants DAPOG lèse peu les racines, permet une reprise et une croissance rapide, autorisant une remise en eau précoce. La lutte contre l'enherbement en est facilitée. Un désherbage à l'oxadiazon est d'ailleurs possible sans phytotoxicité.

Les premiers essais effectués par le centre semencier d'Anosiboribory sont prometteurs : une fertilisation starter au phosphate d'ammoniaque aurait certainement amélioré les résultats de ces riz à cycle très court (moins de 120 jours). Le centre semble donc en voie de résoudre le problème de la production des semences de riz pluvial, toujours inférieure à la demande au cours des dernières campagnes.

Le repiquage mécanique

Tous les essais effectués, par la DRAA avec une repiqueuse manuelle IRRi fonctionnant d'origine avec des plants DAPOG ou transformée par nos soins pour utiliser des plants classiques, ou par les agents du PC Anony avec une repiqueuse motorisée originaire de Corée du Nord ont fait apparaître la sensibilité de ces machines à la qualité de la mise en bout. Le centre semencier s'est récemment équipé d'une machine de fabrication japonaise, dont on ne peut encore juger les résultats.



Quatrième partie

***Bilan et perspectives
pour les principales
problématiques
de la riziculture
au lac Alaotra***

Le rapport de la mission d'évaluation de 1984 du MRE (op. cit.) a fait naître chez de nombreux lecteurs un sentiment de découragement ; il pouvait donner en effet l'image d'une situation extrêmement complexe et totalement bloquée. En fait les auteurs la décrivaient comme « structurellement stabilisée, avec des systèmes de production qui ont dans chaque périmètre, trouvé leur équilibre entre les problèmes fonciers, ceux de la mise en œuvre des techniques culturales et du besoin en travail correspondant, ceux du risque agricole » etc. en précisant que cette société agraire était « très dynamique dans la poursuite de ses objectifs », et cette paysannerie dotée d'une bonne technicité.

Nous avons toujours pensé que nombre de ces situations, très diverses, pouvaient évoluer si l'on mettait à la disposition des agriculteurs « une gamme de systèmes de cultures adaptés à leurs moyens et à leurs stratégies, pouvant suivre les tendances évolutives techniques et économiques » (Guillonnet, 1989). Les paysans en ont fait la preuve en transformant leurs systèmes techniques de production de leur propre initiative (réduction de la transhumance, transport des pailles au village), en adoptant des innovations proposées par la recherche (2798, variétés pluviales, blé de contre-saison) en les modifiant d'eux-mêmes (différents usages de 2787 et 2798).

Nous allons envisager dans ce bilan global, les évolutions que permettent les acquis actuels dans les principales situations rizicoles, définies par leur dynamique de l'eau et leur itinéraire technique, et les besoins en recherche, vulgarisation et suivi induits par ces évolutions possibles. Les acquis s'inscrivent dans un contexte particulièrement favorable : on doit y compter la réhabilitation des réseaux, la formation des agents du développement, l'organisation du monde rural, la relance du crédit, le réveil des opérateurs privés. La conjonction de ces atouts fait de cette période un moment important pour la région et les possibilités ainsi ouvertes doivent être exploitées.

Riziculture irriguée (à repiquage tardif ou à temps)

Les acquis

Ils sont importants en matière de variétés (2798 et 2787), de fertilisation (urée-montaison), de désherbage (de préémergence, avec les mêmes herbicides qu'en tanety et en rizière mal irriguée) et permettent une augmentation de la production au niveau régional ; les variétés, par leur cycle plus court et la souplesse de calendrier cultural qu'elles autorisent permettent une meilleure utilisation de l'eau (exemple de la réhabilitation de Sahamaloto : Sir Mac Donald & Partners, 1986) et du travail pour le repiquage et la coupe. Elles augmentent la sécurité de la production vis-à-vis des aléas climatiques.

	1986-1987	1987-1988 (année sèche)	
	Production (t)	Production (t)	2798 (t)
Anyon	38 500	24 600	11
PC 15	12 630	13 150	27

Pour l'EIP-SOMALAC (1988) : « une part de l'augmentation de la production (du PC 15) est indubitablement imputable à l'extension de 2798, une autre sans doute au fonctionnement du réseau ».

La consolidation de ces acquis concerne :

□ La vulgarisation pour :

- son appui à leur diffusion, le suivi de cette diffusion à l'échelon du périmètre ;
- la mise en place de dispositifs, avec la recherche, pour le suivi du comportement à terme des variétés, et de l'évolution de la fertilité dans un système productif, exportateur (augmentation du rendement, exportation des pailles) où le coût de la fertilisation autre que l'azote rend difficiles les compensations minérales. Le dispositif pérennisé actuel mérite d'être conservé en quelques points stables, sur lesquels la recherche pourrait intensifier ses observations et d'être étendu, sous une forme moins contraignante pour les cultivateurs, sur les zones où une certaine intensification (2798, 2787, urée-montaison) s'amorce d'une façon que l'on juge durable.

□ La recherche pour :

- l'aide au diagnostic des problèmes (nutritionnels, de maintien de la fertilité, variétaux, sanitaires, agro-économiques, etc.) ;
- la réponses aux problèmes identifiés.

□ Le suivi-évaluation pour aider la vulgarisation à mettre au point des indicateurs exploitables au niveau du périmètre, homogènes pour l'ensemble des périmètres et zones CIRVA, explicatifs et non seulement descriptifs.

Les limites

La mauvaise préparation du sol est une limite, nous l'avons vu, au choix variétal, par la hauteur de la lame d'eau, et limite probablement le tallage de toutes les variétés et leur réponse à la fertilisation. Il appartient à la recherche, en liaison avec les développeurs, de vérifier l'incidence sur la production de la profondeur du labour (en cours) et de la qualité du planage sans laquelle on ne peut parler de conduite de l'irrigation en lame d'eau mince.

La densité de panicules : les observations du PLI (1984), nos observations sur les parcelles à haut rendement comme les récents essais de semis direct nous font penser que la densité de panicules devrait être comprise entre 300 et 350 pour fournir des rendements satisfaisants. Cet objectif peut être atteint :

- en augmentant la densité de repiquage, ce qui se heurte aux disponibilités de main-d'œuvre et à son coût. Les fortes densités sont observées sur les parcelles repiquées par la main-d'œuvre familiale ;
- en augmentant le tallage par une fertilisation dont le coût est élevé et la productivité vraisemblablement limitée par le planage ;
- en améliorant, une fois de plus, le planage et la gestion de l'eau à la parcelle.

Le semis direct en maîtrise d'eau

Les nouvelles variétés permettent en principe une meilleure utilisation de la main-d'œuvre disponible, mais la demande globale reste inchangée. On note depuis peu une raréfaction de la main-d'œuvre salariée extérieure, encore peu sensible pour le repiquage (pour lequel la main-d'œuvre locale semble en mesure actuellement de prendre la relève) mais plus préoccupante pour la coupe. Il est possible que les travailleurs des hauts plateaux aient encore longtemps besoin de ce revenu complé-

mentaire, ou que la démographie du lac fournisse une main-d'œuvre aussi nombreuse (et qualifiée). Toutefois :

- d'une part, le travail constitue un poste important des charges financières de cet itinéraire technique ;
- d'autre part, les itinéraires techniques actuels en semis direct, moins coûteux, ont des performances inférieures, ce qui en définitive y rend le prix de revient du kilo de paddy plus élevé qu'en repiquage. Par ailleurs, l'objectif national de production s'accommoderait mal d'une réduction des rendements au lac Alaotra.

Compte tenu de cela, et à la demande de certains responsables de périmètres, nous avons pris comme hypothèse de travail à terme, le remplacement du repiquage par le semis direct aux conditions suivantes :

- les rendements doivent se rapprocher de ceux du repiquage, ce que l'on sait faire depuis longtemps en culture motorisée, mais pas en traction animale (au lac Alaotra) ;
- pour y parvenir, il sera nécessaire de reporter une partie des économies réalisées sur la main-d'œuvre, sur d'autres postes, en particulier la préparation du lit de semence et le désherbage. La préparation du sol nécessitera de nouveaux types de matériels et le recours à un crédit d'équipement plutôt que de campagne ;
- sauf demande expresse des développeurs, appuyée par une étude prospective fiable des ressources de main-d'œuvre et des stratégies économiques des exploitations, cette hypothèse de travail ne peut être considérée comme une option ; la mise au point d'itinéraires techniques performants en semis direct bien irrigué pourrait bénéficier des acquis thématiques, en cours d'obtention sur les zones mal irriguées.

Le semis direct et les rizières mal irriguées

Le semis direct peut être :

- choisi délibérément sur certaines grandes exploitations comme itinéraire technique expéditif, peu coûteux : la production visée est alors assurée par la surface et non par le rendement ;

- imposé

- soit par des disponibilités en eau insuffisantes, ou aléatoires : on limite ainsi les risques d'échecs techniques (repiquage tardif de plants trop âgés), ou leurs conséquences financières (perte de l'investissement en main-d'œuvre) ;

- soit par un manque de trésorerie pour financer le repiquage, si la main-d'œuvre familiale est insuffisante. Les rendements faibles du semis direct engendrent alors un cercle vicieux interdisant les investissements en intrants, matériel, main-d'œuvre.

Ainsi : une année sèche entraîne le recours accru au semis direct, mais le retour au repiquage ne peut se faire qu'après une bonne récolte, si les conditions des campagnes suivantes le permettent (campagne 1979-1980 après l'année sèche 1977-1978, 1981-1983 après 1980-1981, S. Ratsimbazafy, 1989).

Les systèmes adoptés reposent sur :

- le semis direct à sec, sur une préparation sommaire du sol, en sol facile à travailler (zones organiques du PC 23) et sur les zones CIRVA les moins bien

Irriguées :

— le semis direct sur boue (dépendant des pluies donc souvent tardif) sur la plupart des zones CIRVA.

La densité de semis est toujours très élevée (jusqu'à 300 kg/ha ?) pour lutter contre l'enherbement et limiter les effets des aléas de la levée.

Voies d'amélioration des semis directs sur boue

□ Les rouleaux-câbles adaptables sur le bâti Ariana permettent une mise en boue rapide, améliorant le planage mais demandent une force de traction élevée en raison de bourrages fréquents si la lame d'eau est insuffisante. Des malaxeurs ouverts (type Kanoli) doivent être essayés.

□ Le semoir sur boue IRRÉ permet des semis en lignes très régulières dont le développement végétatif semble supérieur à celui d'un semis à la volée (à quantifier).

□ Les variétés 2787 et 2798 peuvent être cultivées dans ces conditions. Leurs avantages sont bien sûr réduits en cas de mise en place très tardive.

□ Le désherbage chimique de préémergence est efficace si le produit (oxadiazon, ou pendiméthaline + 2-4 D ultérieur) est bien choisi en fonction de la flore adventice de la rizière.

□ Il permet d'abaisser la densité de semis, pour autant qu'un mauvais planage n'entraîne pas des hétérogénéités de levée. Cette économie de semences permet de financer une partie de l'herbicide : 100 kg de semences à 250 FMG : 1,6 l de Ronstar 25 EC (le désherbage en nécessite 2 à 2,5).

□ L'urée à montaison est efficace sur les semis directs où la dimension des particules est souvent réduite par une densité trop élevée (plus de 500/m²). à condition que la parcelle ne soit pas trop sale.

Les semis directs à sec

En dehors des zones de semis direct sur sol exondé, où la nappe n'atteint jamais la surface du sol et pouvant bénéficier de tous les apports des systèmes pluviaux, le semis direct à sec peut relever des trois cas suivants.

Le semis en rizière à parfaite maîtrise de l'eau (alternative au repiquage)

□ Semis à sec, précoce, enfoui, débutant en pluvial, mis en eau dès que possible : ne pose que des problèmes de maintien du nivellement, de planage, et d'affinage en sol souvent difficile. Cet itinéraire est classique au lac Alaotra, en culture motorisée.

□ Semis à sec en surface, à mise en eau immédiate : itinéraire pratiqué en Camargue, testé en culture motorisée sur les terres de la SORIFEMA à Volbidjala en 1982 par les experts d'Interagra, voie inexplorée en culture attelée. L'exigence de planage et de préparation du lit de semence est encore plus importante.

En rizière mal irriguée (alternative au semis sur boue)

Le caractère souvent très tardif des semis sur boue (exemple d'Amboavory), dû à l'attente d'une installation complète des pluies, pénalise toutes les variétés. Les riz pluviaux en tanety sont parfois semés dès fin octobre et supportent parfois des interruptions des pluies d'un mois, après la levée. Un labour de fin de cycle permettrait, en rizière mal irriguée une mise en place aussi précoce : cela suppose toutefois :

- une préparation du sol assez fine, profonde pour permettre un enracinement profond et rapide du riz aux premières pluies : cela n'est pas facile en traction animale dans les sols argileux ou argilo-limoneux que l'on rencontre souvent sur ces zones ;
- des variétés à système racinaire de type pluvial, à enracinement profond, plus aptes à supporter un déficit pluviométrique temporaire ;
- qu'une dégradation trop rapide de la structure, à l'installation des pluies, ne créerait pas une ambiance défavorable à un développement correct de ces riz : ce qui nous amène au dernier cas.

La riziculture inondée et sur nappe

Cette situation recouvre tous les régimes hydriques, variables, d'une saison à l'autre et au cours de la même saison, où le sol subit des alternances d'assez et d'inondation peu profonde par remontée de la nappe et/ou stagnation des eaux pluviales. On y trouve des variétés traditionnelles de type Rojofotsy au cycle de 145 jours. Les variétés pluviales, semées selon leur calendrier habituel en décembre pour éviter une récolte en période pluvieuse n'ont pas donné de résultats dès lors qu'il y a eu inondation. Le retour à des variétés de cycle moyen a permis de proposer 2787 plus productive que 1285 sous tous les régimes hydriques étudiés, et valorisant mieux une éventuelle fertilisation (Ahmadi et al., op. cit.).

Cependant cette situation reste la plus défavorable que puisse rencontrer la plante, et la sélection variétale seule n'y apporte pas de solution totalement satisfaisante. Il convient de faire porter en même temps les efforts de recherche sur l'amélioration de l'ambiance physico-chimique du sol :

- **La solution radicale** consisterait à drainer globalement ces zones pour se replacer dans le cas de systèmes pluviaux.

L'amélioration des propriétés physiques et chimiques des sols par les rotations, la fertilisation et la gestion de la matière organique, pourrait alors être envisagée à terme. L'attachement des riziculteurs à l'irrigation, même mal maîtrisée, rend hypothétique cette solution.

- Un certain drainage peut être réalisé au niveau de la parcelle : les observations faites sur la plaine d'Ambatondrazaka (environs du terrain d'aviation) montrent que le moindre relief se traduit par une amélioration spectaculaire de la végétation et du rendement des riz pluviaux qui y sont cultivés (parcelles paysannes et essais PRD-machinisme J.-C. Dagallier, 1989).

Nous suggérons donc vivement l'essai de **labour en planches** là où leur hauteur permettrait d'éviter la submersion. Les planches, réalisées manuellement, ne sont utilisées au lac que pour les cultures maraîchères. Il est vrai que l'agriculture y demeure sous la tyrannie de la riziculture irriguée donc du planage et de la charrue réversible. Rien n'empêche cependant d'effectuer ces labours en planches dont il faudra déterminer la largeur et l'écartement en fonction de la situation hydrologique.

La riziculture fortement inondée

Il s'agit des zones inondées durablement par la remontée des eaux du lac, où le riz est cultivé dans une lame d'eau qui peut atteindre 100 cm. La stratégie d'appropriation foncière, les aléas de l'inondation, la richesse des sols en matière organique (avec les risques de verse, pyriculariose, grains vides que cela comporte) excluent à priori toute autre innovation que les variétés. Le CALA a pu sélectionner dans sa collection de riz de submersion profonde (jusqu'à 1 m) deux variétés, 1601 (Sanaboddy) et 1696 (Dissi S-290) qui, testées par l'équipe systèmes pluviaux du PRD et le CALA ont donné des rendements nettement supérieurs à ceux des témoins Makaloka 84 et Vary Masonipoza (Ahmadi et al., 1988).

Ces variétés sont actuellement en pré vulgarisation. La mission PIDRAL a attiré l'attention sur l'importance qu'il y a à confirmer ces acquis au cours des campagnes à venir ; il y aurait là en effet une alternative aux aménagements très coûteux envisagés pour régulariser le niveau du lac (conformément aux options prises dès 1980).

La double culture

Plusieurs possibilités de double culture existent actuellement :

- maraichage déjà pratiqué très localement ;
- blé, avec ou sans irrigation d'appoint ;
- double culture de riz selon différents calendriers culturaux.

Le développement de ces cultures échappe en grande partie au choix technique des cultivateurs :

- pour le maraichage et le blé (ou triticale), il dépend surtout de l'organisation de la collecte et de l'évaluation des productions ;
- pour le riz, il appartient aux développeurs d'évaluer cas par cas les disponibilités réelles en eau, compte tenu des réhabilitations et des expériences actuelles d'amélioration de la gestion de l'eau et de décider avec les paysans, du meilleur usage que l'on pourrait faire de ces ressources.

Conclusions

Les résultats expérimentaux acquis en riziculture irriguée permettent d'espérer une augmentation, dans les années qui viennent, de la productivité d'une grande partie des rizières du lac Alaotra, si les acquis structurels en permettant la diffusion, sont consolidés.

Des facteurs limitants, nouveaux dans vos préoccupations, peuvent apparaître (travail du sol, planage par exemple) qu'il convient d'évaluer dès maintenant, d'autant que les solutions permettant de les lever pourraient venir des rizicultures à mauvaise maîtrise de l'eau.

Nous venons de voir en effet qu'un travail considérable reste à faire dans le domaine des rizicultures mal irriguées. Cet effort doit porter essentiellement sur le travail du sol en traction animale et l'élaboration d'itinéraires techniques pour le semis direct dans les différentes situations hydrologiques. Les éléments de ces itinéraires existent pour beaucoup (labour, mise en boue, mode de semis, variétés, désherbage, fertilisation) à un degré variable de mise au point. Si les innovations techniques pour la riziculture irriguée à maîtrise de l'eau peuvent être proposées individuellement, les rizicultures mal irriguées de semis direct, par les interactions multiples qu'elles impliquent entre les éléments de l'itinéraire technique, nécessiteront la mise en place d'un dispositif de création-diffusion de systèmes de cultures alternatifs proche de celui mis en place pour les systèmes pluviaux (Séguy, 1984, Charpentier, 1988, Guillonnet, 1989) en associant étroitement agriculteurs, agents du développement et chercheurs autour d'essais thématiques de mise au point et d'ajustement et d'essais en vraie grandeur, tous en milieu paysan.

Compte tenu des problématiques soulevées et de la dynamique créée par le projet de réaménagement en cours, les vallées du sud-est de la cuvette semblent toutes désignées pour la mise en place de ce dispositif, amorcée au cours de la campagne passée.



GDT STUDENTS' PRESENTATION

Piracicaba - SP

Antonio's Palace Hotel

March 17, 2007

Mission of GDT IPNI – ESALQ

- Develop technology for the Sustainable Agriculture System with Maximum Economic Yield (SASMEY)
- Form dynamic, communicative, critical, efficient and capable professionals for agriculture.
- Influence professors and students of ESALQ through a scientific and ethical behaviour.



Staff of GDT IPNI - ESALQ

- Supervisor: Dr. T. Yamada
- Adviser at ESALQ: Prof. Dr. Paulo Castro
- Members:
 - Mauricio Okubo
 - Alberto Ricordi
 - Alonso Resende
 - Karen Mari Ikemori
 - Aécio Silva
 - Rodrigo Sorgato
 - Rui Kamimura



Activities – Experiments ESALQ

- Development of experiments at ESALQ, CENA and farms.



Activities – Experiments ESALQ

Soybean x Glyphosate in different times



Activities – Experiments ESALQ

Coffee plants x Different glyphosate doses
(non target)



Glyphosate application



Root system symptoms



Activities – Experiments ESALQ

Beans x Different glyphosate doses
(non target)



Activities – Experiments ESALQ

Eucalyptus x Different glyphosate doses
(non target)



Activities – Experiments ESALQ

Eucalyptus in nutrient solution x Glyphosate doses



Activities - Events

- Presentations, Symposium, Field days and other events with the participation of researches and consultants.



Activities - Events

Field days



Activities - Events

Symposium



Activities - Events

Presentations



BRAZILIAN CITRUS AND COFFEE FIELDS

- Low yields;
- High incidence of pests and diseases;
- Water stress;
- High production costs;





(SASMEY)

“Sistema Agrícola Sustentável com Colheita Econômica Máxima”

or...

“Sustainable agricultural system with maximum economic yield”

- Soil fertility based on:
 - Increase of organic matter level;
 - Nutrition balance – soil and foliar analyses.
- Weed control with reduced use of herbicides
- Integrated control of pests and diseases



Weed handling

- Use of cover crops
 - Grass = *Brachiaria*, *Millet*
 - Legumes = *Vicia villosa* and peanut *Arachis pintoe*
- Fertilization of the system
 - Additional N (60 kg ha^{-1}) in total area for cover crop development
- Lateral mower
 - Biological pump for nutrient recycling
 - Physical barrier against weeds

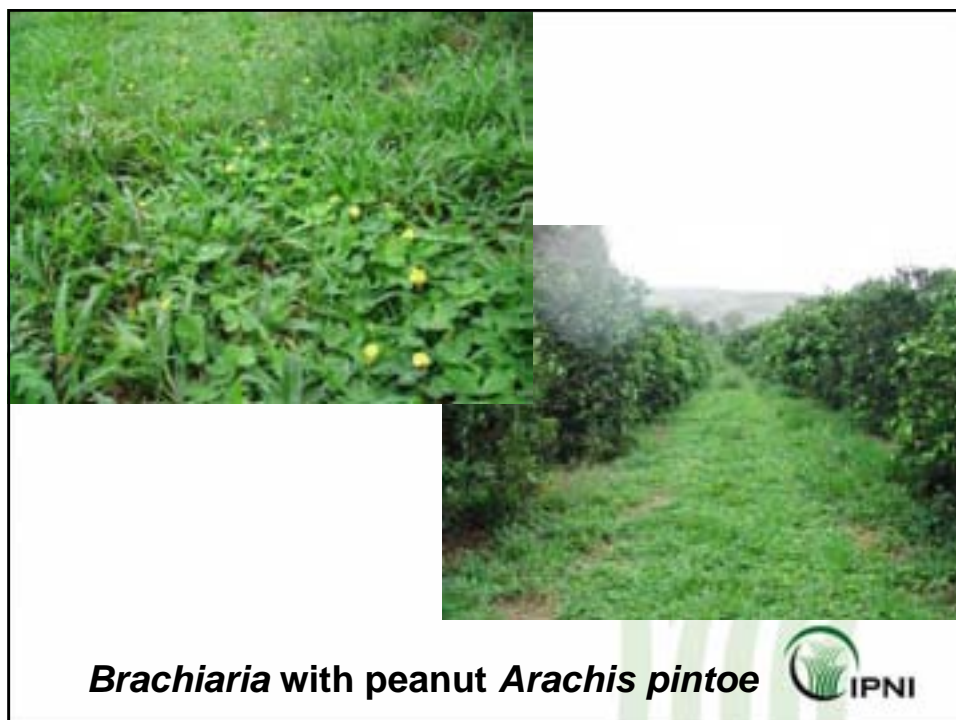


Benefits of straw

- Prevents soil loss (erosion);
- Thermal protection to roots;
- Recycles nutrients;
- Reduces water evaporation;
- Inhibits weed growth under the trees;
- Increases organic matter of soil;
- Acts as a slow release fertilizer;
- Increases microbiology diversity.







Fertilization of the Production System

- Fertilization = Correction + Maintenance
 - Correction = Soil analysis
 - Maintenance = Foliar analysis + Yield goal
- System fertilization = total area
- N = + 60 kg ha⁻¹ (cover crop establishment)
- For a better root system **OM** ↑
 - + K, + Mg, + Gypsum (CaSO₄), + B



Foliar fertilization after gypsum use to prevent Mo deficiency

PRODUCT	DOSE
Ammonium Molibdate (56% Mo)	150 g ha ⁻¹ (2 times/year)



Splitting of fertilizer

1st parcel - October			
Nutrient	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Percent	40	100	40

2nd parcel - March		
Nutrient	N	K ₂ O
Percent	60	60





Effects glyphosate on sugarcane applied in the soil and sprayed on shoots

Shoot spray (ml/ha)



Soil (liter/ha)



Effects glyphosate on sugarcane applied in the soil and sprayed on shoots

Foliar spray

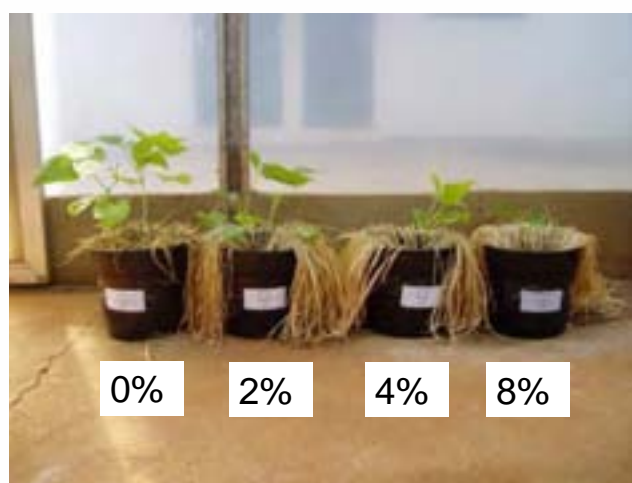
Soil

Dose (ml/ha)	P.A.(M.S.) g / planta	Raiz (M.V.) g / planta	Cresc. cm	Dose (L/ha)	P.A. (M.S.) g / planta	Raiz (M.V.) g / planta	Cresc. cm
0	80,68 a	248,9 a	36,42 a	0	89,27 a	203,9 ab	39,67 a
50	61,91 ab	163,0 ab	35,33 a	3	84,84 a	276,6 a	39,83 a
100	64,06 ab	167,2 ab	32,17 ab	6	75,53 a	189,0 ab	29,28 a
200	48,25 b	138,8 ab	20,33 b	12	77,31 a	173,7 b	36,00 a
300	40,98 b	129,7 b	1,17 c	24	77,23 a	213,7 ab	36,44 a
400	43,05 b	139,2 ab	0,42 c	48	88,40 a	210,1 ab	36,67 a

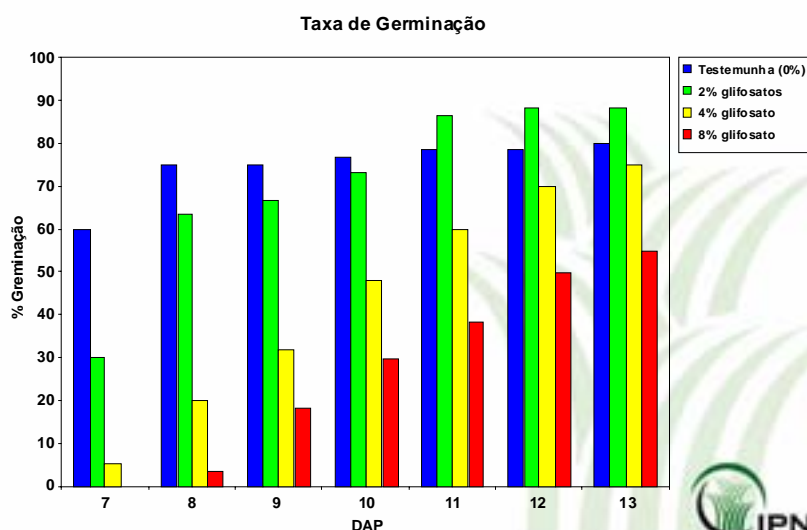
- Foliar application, using lower doses than maker recommendation, affected sugarcane development;
- High doses applied on soil, higher than 10x maker recommendation, didn't influenced sugarcane development.



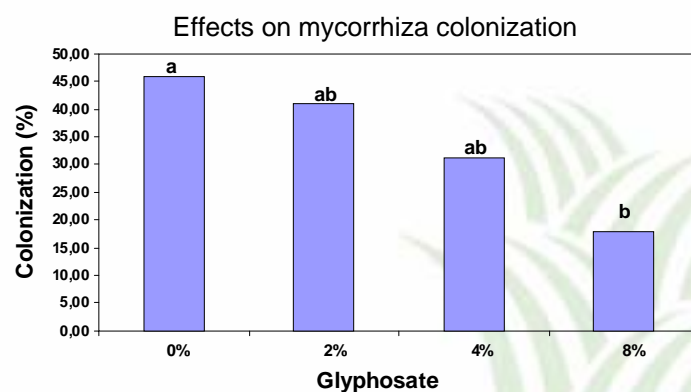
Effects on development and mycorrhiza colonization on beans (*Phaseolus vulgaris* sp.) when glyphosate was applied in brachiaria as a cover crop in a no till system



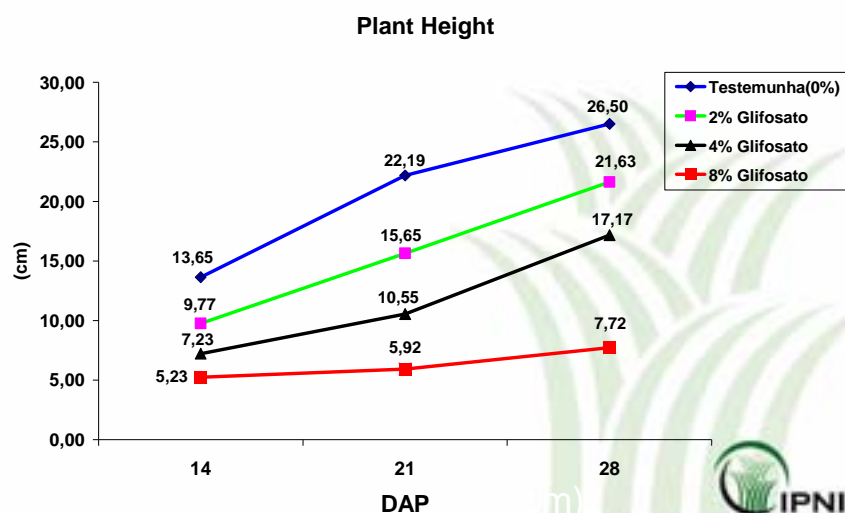
Effects on development and mycorrhiza colonization on beans (*Phaseolus vulgaris* sp.) when glyphosate was applied in *brachiaria* as a cover crop in a no till system



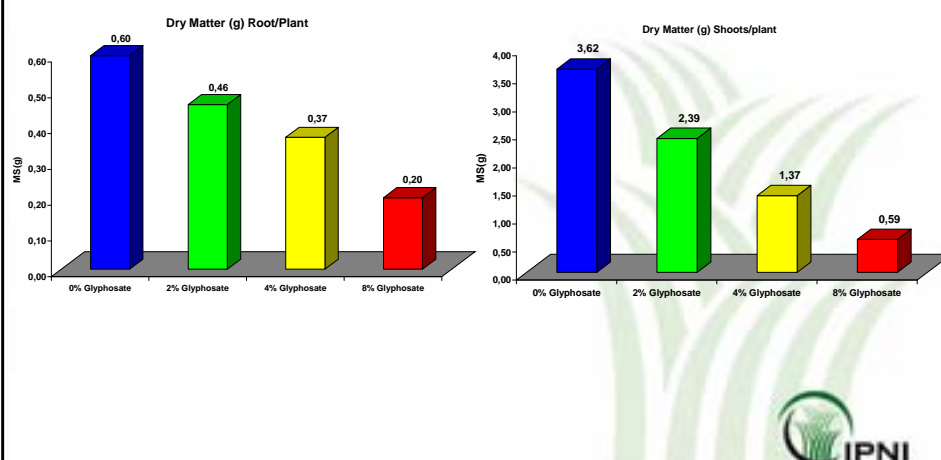
Effects on development and mycorrhiza colonization on beans (*Phaseolus vulgaris* sp.) when glyphosate was applied in *brachiaria* as a cover crop in a no till system



Effects on development and mycorrhiza colonization on beans
(*Phaseolus vulgaris* sp.) when glyphosate was applied in
brachiaria as a cover crop in a no till system



Effects on development and mycorrhiza colonization on beans
(*Phaseolus vulgaris* sp.) when glyphosate was applied in
brachiaria as a cover crop in a no till system



Influence of glyphosate as foliar application on development and nodulation of RR soybean

- cv. Valiosa
- Treatments:

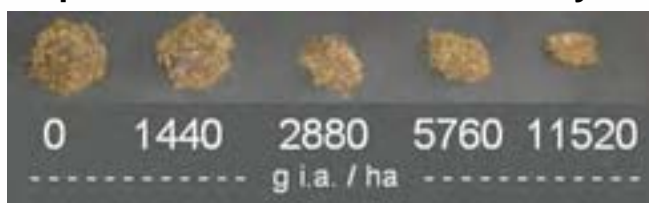
a.i. (g / ha)	c.p. (L./ha)
0	0
1440	3
2880	6
5760	12
11520	24

- Applications in V3 – 30 DAP
- Analysis in R2 – 62 DAP

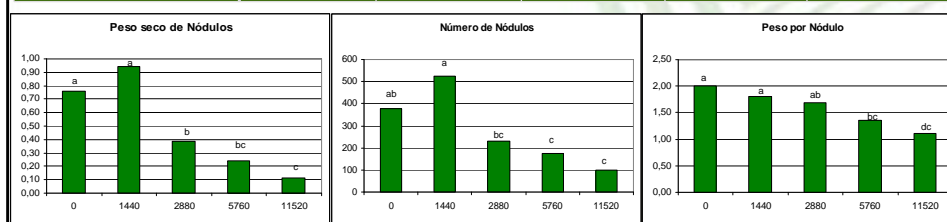
a.i. = active ingredient
c.p. = commercial product

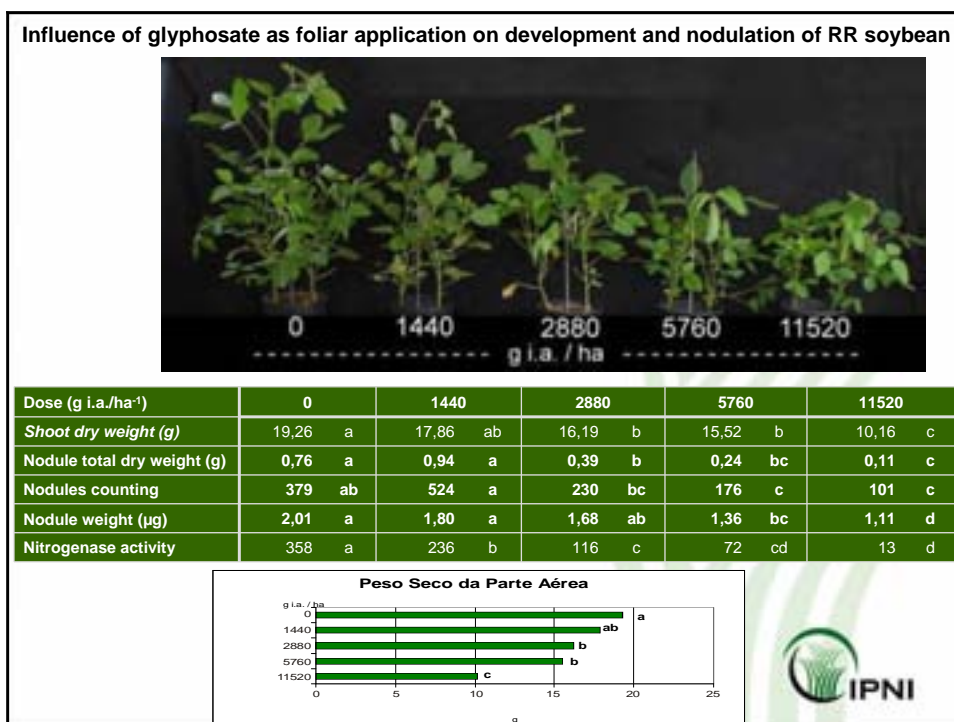
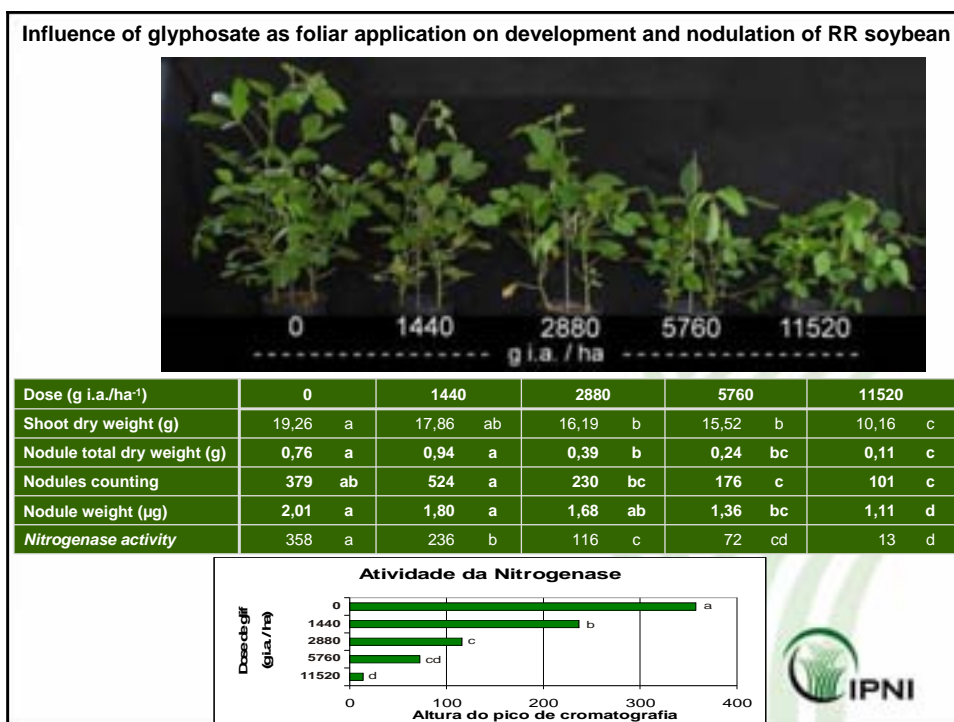


Influence of glyphosate as foliar application on development and nodulation of RR soybean



Dose (g i.a./ha ¹)	0	1440	2880	5760	11520
Shoot dry weight (g)	19,26 a	17,86 ab	16,19 b	15,52 b	10,16 c
Nodule total dry weight (g)	0,76 a	0,94 a	0,39 b	0,24 bc	0,11 c
Nodules counting	379 ab	524 a	230 bc	176 c	101 c
Nodule weight (µg)	2,01 a	1,80 a	1,68 ab	1,36 bc	1,11 d
Nitrogenase activity	358 a	236 b	116 c	72 cd	13 d





Influence of glyphosate as foliar application on development and nodulation of RR soybean

CONCLUSIONS

- Glyphosate affected nodules development and shoots dry weight when used doses higher than 2880 g/ha of a.i. (6 l commercial product);
- Activity of nitrogenase enzyme had 33% decrease, with the recommended dose of 3 L / ha of the commercial product.



Eucalyptus on nutrient solution with different doses of glyphosate



Objective

- Evaluate the effects of glyphosate in the development of eucalyptus plants in nutrient solution.



Material and methods

- Each plant was put in a 2 liters pot, with a system of aeration. The nutrient solution was changed each 15 days, and completed with distilled water every day.
- Each vase contained complete solution with the following values:
 - KNO_3 – 6ml;
 - CaNO_3 – 4ml;
 - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – 2ml;
 - MgSO_4 – 1ml;
 - Micronutrientes – 1ml;
 - Fe-EDTA – 1ml.



Treatments

- The treatments are the followings:
 - Treatment 1 - 0 (check)
 - Treatment 2 - 1:1000000
 - Treatment 3 - 1:500000
 - Treatment 4 - 1:250000
 - Treatment 5 – 1:125000



Results

Plant height (cm)			Trunk diameter (cm)			Dry weight of the shoot (g)			Dry weight of the root (g)		
Tratamento	Média	Tukey	Tratamento	Média	Tukey	Tratamento	Média	Tukey	Tratamento	Média	Tukey
Tratamento 1	63,67	a	Tratamento 1	5,83	ab	Tratamento 1	11,20	a	Tratamento 1	2,59	a
Tratamento 2	68,33	a	Tratamento 2	6,40	a	Tratamento 2	11,80	a	Tratamento 2	2,33	a
Tratamento 3	59,50	a	Tratamento 3	5,72	ab	Tratamento 3	10,46	a	Tratamento 3	2,00	ab
Tratamento 4	58,67	ab	Tratamento 4	5,45	ab	Tratamento 4	10,00	ab	Tratamento 4	1,94	ab
Tratamento 5	40,83	b	Tratamento 5	4,23	b	Tratamento 5	4,36	b	Tratamento 5	0,79	b



Conclusion

- The higher is the concentration of glyphosate in the nutrient solution, the height and dry weight tend to decrease.



Weed Management in Coffee Crop

Glyphosate X Lateral Mower





Symptoms of glyphosate effects







Glyphosate effect: Fe deficiency (?)



Glyphosate effect: raised upper



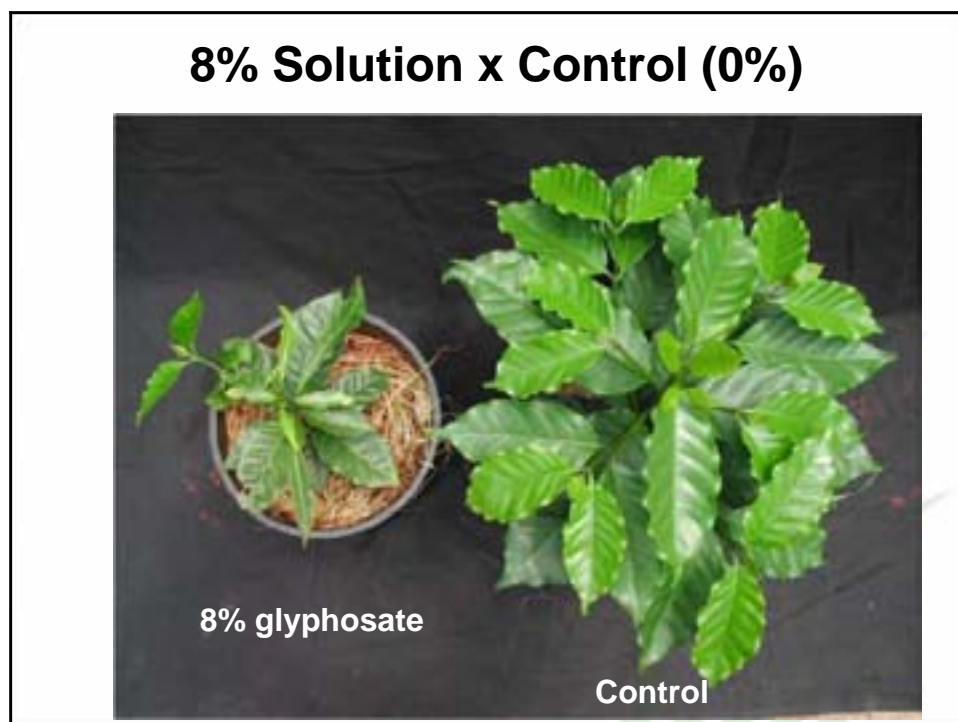






Effects of different glyphosate doses on coffee plant development





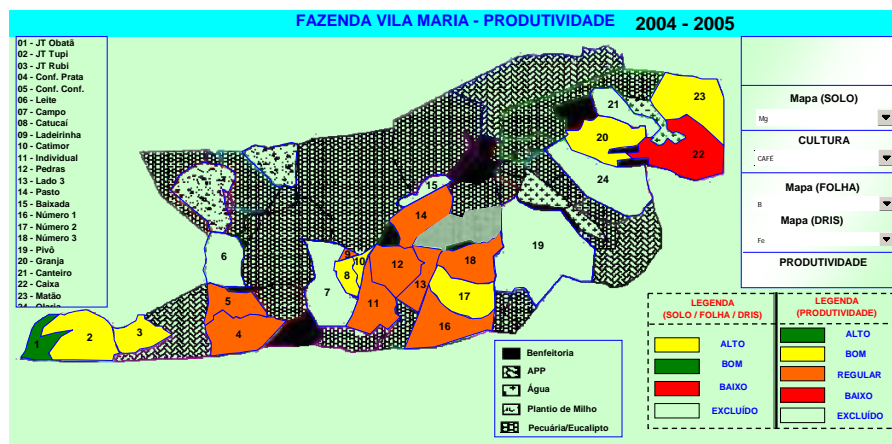
**Test with different cover plants
between coffee rows**





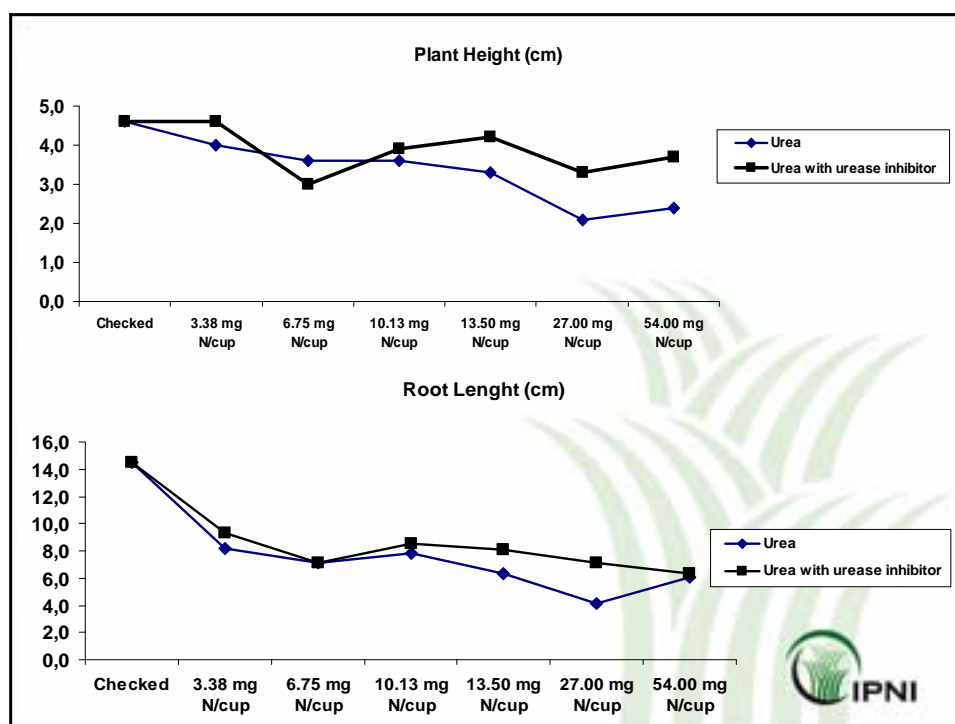


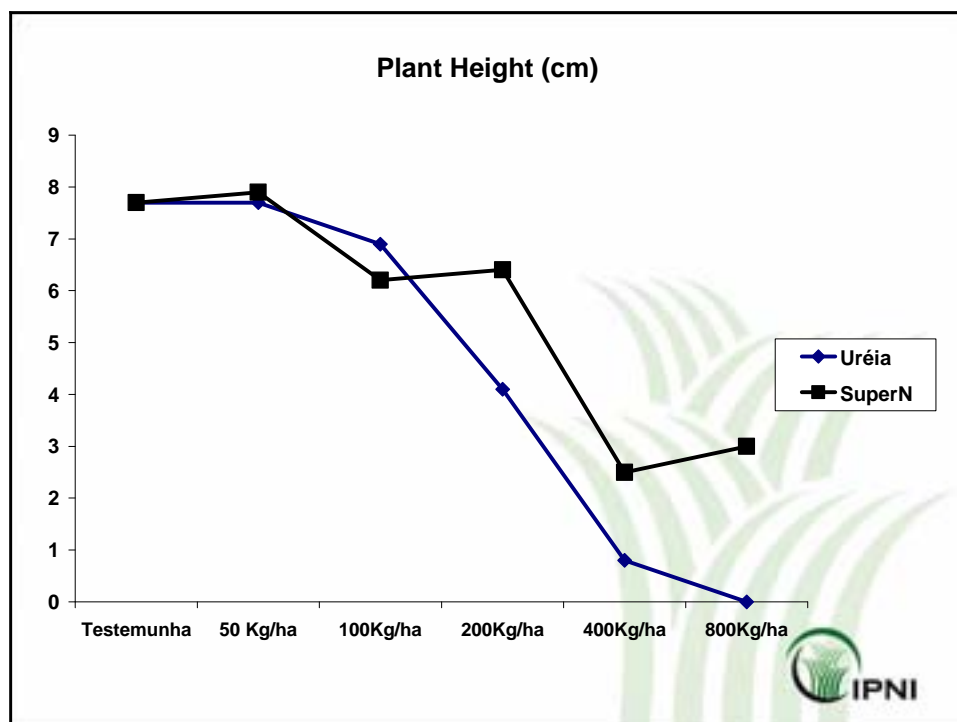
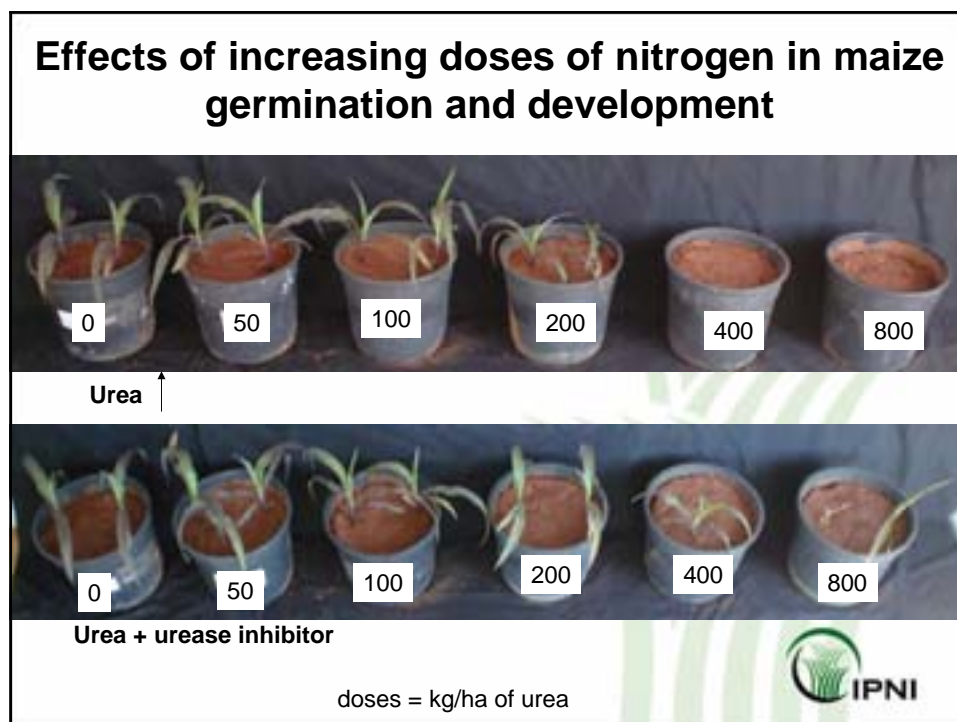
Productivity map

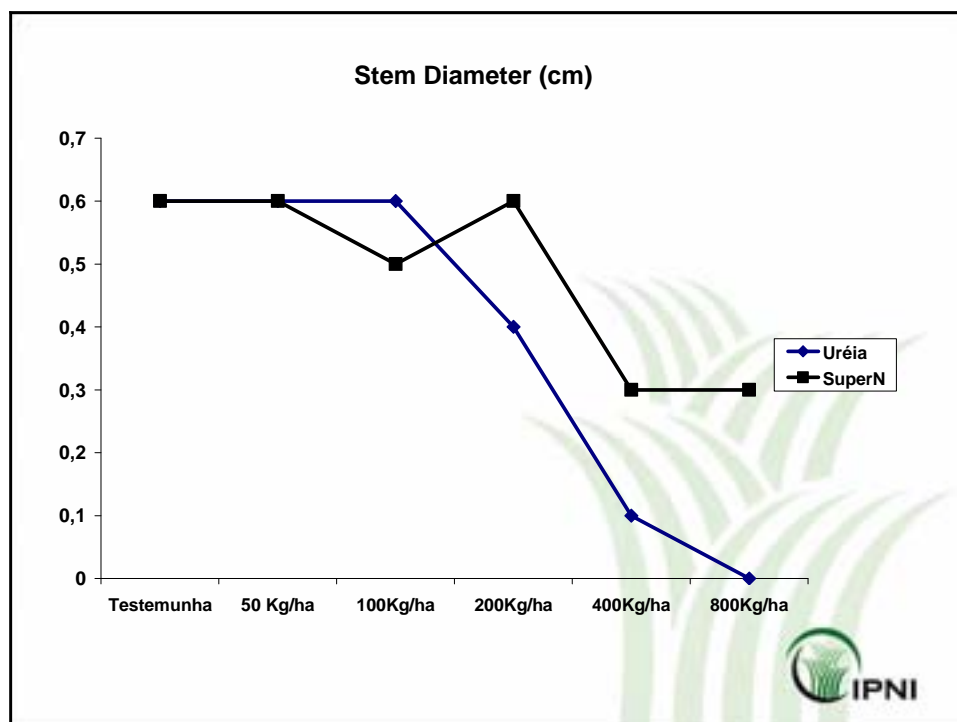
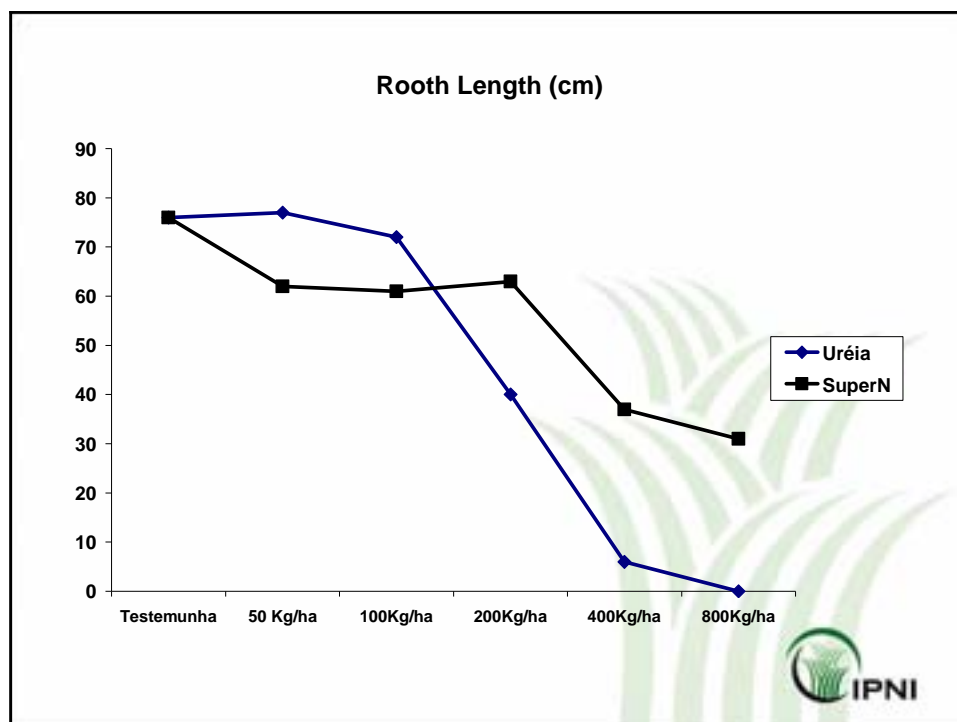


EFFECT OF INCREASING DOSES OF NITROGEN ON EMERGENCY AND DEVELOPMENT IN CROP

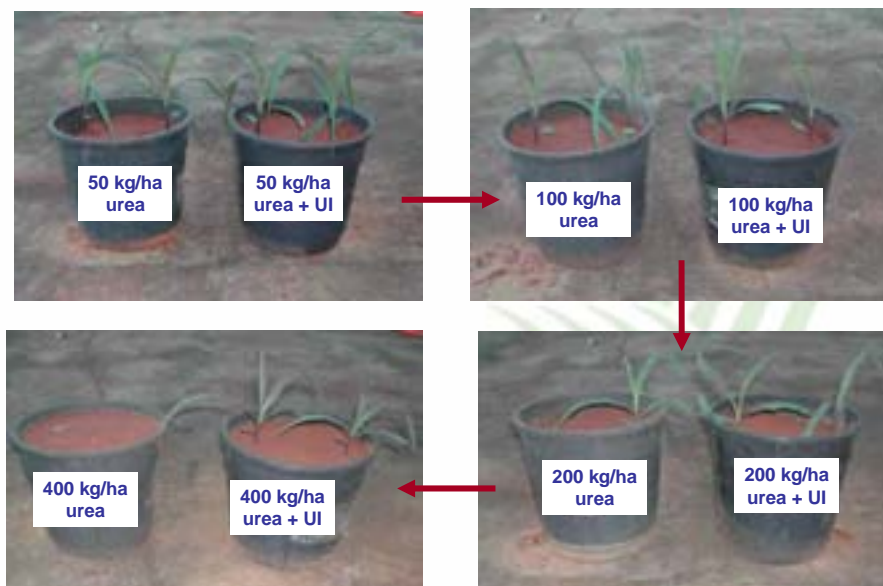
EFFECT OF INCREASING DOSES OF NITROGEN ON WHEAT EMERGENCY







Higher dose of N at planting can be supplied with urea + urease inhibitor (UI) and thus, skipping the post planting urea knifed application



Urease inhibitor: a tool to increase N dose at planting?

Effect of N dose at planting on corn yield

Planting	Post planting	Yield (kg/ha)
400 kg/ha 08-30-12 (under the row)	222 kg/ha knifed urea + 167 kg/ha KCl (broadcast)	9,162
400 kg/ha 08-30-12 + 222 kg/ha urea (under the row)	167 kg/ha KCl (broadcast)	11,376

Notes: Total N-P₂O₅-K₂O = 132-120-148; Pioneer 30K75; 45 cm rows

Source: Baltazar Fiomari, GDT Uberlândia, 2004/2005



sélectivité ou phytotoxicité de molécules herbicides usuelles sur quelques plantes de couvertures (SCV)

Sur *Stylosanthès guianensis* (Ciat 184)

Molécules	Phytotoxicité	Sélectivité
Pirithiobac-sodium (staple)	+	-
Lactofen (cobra ou naja)	-	+
Chlorimuron -ethyl (smart)	+	-
Fomesafen (flex)	-	+
Imazethapyr (pivot)	-	+
Atrazine	+	-
Metolachlore	-	+

Traitement anti-dicot sur couverts en mélange (stage 2 feuilles
adventices)

Bentazone (basagran) - +

Traitement anti-dicot. + anti-graminées sur association Maïs +
Brachiaria et/ ou éleusine cor.

Atrazine ,(dose 1000 à 1500g.m.a./Ha entre 20 et 25 JAS)

Traitement antidicot + anti-graminées sur association Maïs + Brach ou
éleusine + Crotalaria ou Stylo

Bentazone (basagran) –attention : en post très précoce (1 à 2 feuilles adventices)

